

TARTU ÜLIKOOL
LOODUS- JA TEHNOLOOGIATEADUSKOND

Ökoloogia ja Maateaduste Instituut

Geograafia osakond

Tomas Mändmets

**TRNSYS TYPE667 ÕHK-ÕHK TÜÜPI VENTILATSIOONI
SOOJUSVAHETI TOIMIVUS EESTI KLIIMAS**

Bakalaureusetöö (12 EAP)

Juhendaja: Tõnu Mauring, PhD

Kaitsmisele lubatud

Juhendaja

allkiri, kuupäev

Tartu 2013

Sisukord.....	2
1 Sissejuhatus.....	3
2 Teooria ja kirjanduse ülevaade	5
2.1 Mõisted ja valemid	5
2.2 Hoone sisekliima	6
2.3 Soojus- ja niiskustagastusega ventilatsiooni tüübid	8
2.4 Vee kondenseerumine ja selle jäätumine soojusvahetis	10
2.5 Kondenseerunud vee jäätumine soojusvahetis ja selle vältimise viisid	12
2.6 Niiske õhu olekudiagramm.....	16
3 Materjal ja metoodika	18
3.1 TRNSYS mudeli kirjeldus ja metoodika	18
3.1 Statistiline andmetöötlus.....	22
4 Tulemused.....	23
4.1 Ilmse ja kogusoojuse soojustagastuse väärtuse varieeruvus jaanuarikuu näitel	23
4.1.1 Ilmse ja kogusoojuse soojustagastuse varieeruvus sõltuvalt õhuvooluhulkadest 23	
4.1.2 Kogusoojuse soojustagastuse sõltuvus ruumis olevast suhtelisest õhuniiskusest 26	
4.1.3 Kogusoojuse soojustagastuse sõltuvus niiskustagastuse kasuteguri väärtusest .	27
4.1.4 TRNSYS mudeli kulutatud arvutuslik energiahulk välisõhu eelsoojendusele...	29
4.1.5 Type667b sissepuhke- ja väljatõmbeõhu suhtelise õhuniiskuse väärtused ning õhutemperatuurid	30
4.2 Ilmse ja kogusoojuse soojustagastuse tagastatud soojushulkade väärtuste varieerumine kogu kütteperioodi jooksul	32
4.3 Arutelu	35
4.3.1 Eesti neto nullenergia hoone näide.....	35
5 Kokkuvõte.....	38
6 Summary	40
7 Tänuavaldused	42
8 Kasutatud kirjanduse loetelu	43
Lisad	47
Lisa 1. Type667b sissepuhkeõhu ja väljatõmbeõhu arvutuslikud suhtelise õhuniiskuse	47

1 Sissejuhatus

Hoonete majandamise tarbeks kulub 40% kogu tarbitavast energiast ja selle käigus paiskub õhku 36% kogu Euroopa Liidu CO₂ emissioonidest (Euroopa 2009). Enamik hoone majandamise energiast kulub hoone kütmisele, jahutamisele, õhu vahetusele ja konditsioneerimisele. Keskmise õhupidavusega hoonest läheb ventilatsiooniõhuga kaduma kuni 35% hoone majandamiseks kuluvast energiast (Valge M. 2008). Kuna ventilatsiooni kaudu kadumaläinud energiahulk on suur, siis energiatõhusa hoone projekteerimisel on ventilatsioonisüsteemi roll energiatõhususe saavutamisel suur.

Tänapäeval on võimalik valida mitmete erinevate soojustagastusega ventilatsiooniseadmete vahel ja eramaja puhul lähtutakse valiku tegemisel üldjuhul ventilatsiooniseadme soojustagastuse kasutegurist ning selle hinnast.

Kõrge soojustagastuse efektiivsusega ventilatsiooniseadmete puhul esineb nähtus, kus majast väljuv õhk jahutatakse kastepunktini ja õhus sisalduv niiskus hakkab soojustagastis kondenseeruma. Selliste ventilatsiooniseadmete kasutamisel tekib probleem siis, kui välisõhu temperatuur langeb alla 0°C, sest siis võib soojustagastis kondenseerunud vesi jäätuma hakata. Arvestades meie kliimat on eelnimetatud probleem üsna aktuaalne ja kasutusele on võetud mitmeid jäätumise vältimise viise.

Käesoleva uurimistöö sissejuhatavas osas on lühidalt kirjeldatud soojustagasti põhitüpe ja nende toimimise põhimõtet, soojustagastis esineva õhuniiskuse kondenseerumise mehhanisme ja erinevaid soojustagastis kondenseerunud vee jäätumise vältimise viise.

Uurimistöö eesmärgiks on võrrelda TRNSYS Type667 mudeli abil niiskustagastuseta ja niiskustagastusega soojustagasti tagastatud soojushulkade väärtusi ning analüüsida, kumma soojustagastuse puhul tagastatakse rohkem soojusenergiat. Lisaks energiatagastusele analüüsitakse TRNSYS mudeli abil hoone sisekliima võimalikku kujunemist ja välisõhu eelsoojendusele kuluvat energiahulka sõltuvalt soojustagastuse tüübist (niiskustagastusega vs niiskustagastuseta).

Uurimistöö tulemuste I pooles analüüsitakse TRNSYS mudeli tulemuste põhjal kütteperioodi näidiskuu jaanuari tagastatud soojushulkade väärtusi, Type667 sissepuhke- ja väljatõmbeõhu suhtelist õhuniiskust ning õhutemperatuure, TRNSYS mudeli eelsoojendusele kulutatud

energiavahetajad. II pooles analüüsitakse TRNSYS mudeli tulemuste põhjal kogu kütteperioodi tagastatud soojushulcade väärtusi. Tulemuste I ja II pooles varieeritakse TRNSYS mudeli õhuvooluhulkad, siseruumi suhtelist õhuniiskust ja varjatud soojusvoolu kasutegurit ning analüüsitakse tagastatud soojushulcade väärtuste sõltuvust eelnimetatud parameetritest. Uurimistöö arutelu antakse ülevaade soojusvooluga ventilatsioonisüsteemi tähtsusest hoone kogu energiatarbimise kontekstis ja kui palju on võimalik sel viisil energiat kokku hoida ning vähendada CO₂ paiskumist õhku.

2 Teooria ja kirjanduse ülevaade

Uurimistöö autor ei leidnud avaldatud artikleid ega uurimusi käesolevas bakalaureusetöös püstitatud eesmärgi teemal – TRNSYS Type667 toimivus Eesti kliimas.

2.1 Mõisted ja valemid

Ilmne soojus – soojus, mis põhjustab õhu temperatuurilist muutust.

Varjatud soojus – soojus, mis neeldub või vabaneb keha oleku muutumisel ilma temperatuuri muutuseta.

Kogusoojus – kogusoojus on ilmse ja varjatud soojuse summa.

Niiskustagastuse kasutegur (Tark T.) – avaldatakse sissepuhkeõhu ja väljatõmbeõhu suhtelise õhuniiskuse väärtuse kaudu valemiga:

$$\eta_x = \frac{x_{pt}^{sp} - x_{et}^{sp}}{x_{et}^{vt} - x_{et}^{sp}}, \text{ kus}$$

x_{pt}^{sp} sissepuhkeõhu suhteline õhuniiskus pärast tagastit, %

x_{et}^{sp} välisõhu suhteline õhuniiskus, %

x_{et}^{vt} väljatõmbeõhu suhteline õhuniiskus enne tagastit, %.

Soojuslik kasutegur (Thullner 2010) – avaldatakse soojustagastist väljuva sissepuhkeõhu puhul entalpia väärtuste kaudu, kusjuures selle leidmisel arvestatakse lisaks õhutemperatuurile õhuniiskusega. Soojuslik kasutegur avaldub valemiga:

$$\eta_{WRG} = \frac{\dot{H}_{sup} - \dot{H}_{out}}{\dot{H}_{extr} - \dot{H}_{out}}, \text{ kus}$$

\dot{H}_{sup} sissepuhkeõhu entalpia väärtus pärast soojusvahetit, kJ/kg

\dot{H}_{out} välisõhu entalpia väärtus, kJ/kg

\dot{H}_{extr} väljatõmbeõhu entalpia väärtus enne soojustagastit, kJ/kg.

Temperatuuriline kasutegur (Thullner 2010) – avaldatakse sissepuhkeõhu ja väljatõmbeõhu temperatuuride kaudu valemiga:

$$\eta_t = \frac{t_{sup} - t_{out}}{t_{extr} - t_{out}}, \text{ kus}$$

t_{sup} sissepuhkeõhu temperatuur pärast soojusvahetit, °C

t_{out} välisõhu temperatuur, °C

t_{extr} väljatõmbeõhu temperatuur enne soojustagastit, °C.

2.2 Hoone sisekliima

Inimesed ehitavad hooneid, et eralda end väliskeskkonnast. Üha rohkem pööratakse tähelepanu hoonete energiatõhususele, kuid ei tohiks unustada ka hoone sisekliima kvaliteedi tagamist, sest see mõjutab meie tervist, produktiivsust, heaolu ja mugavust.

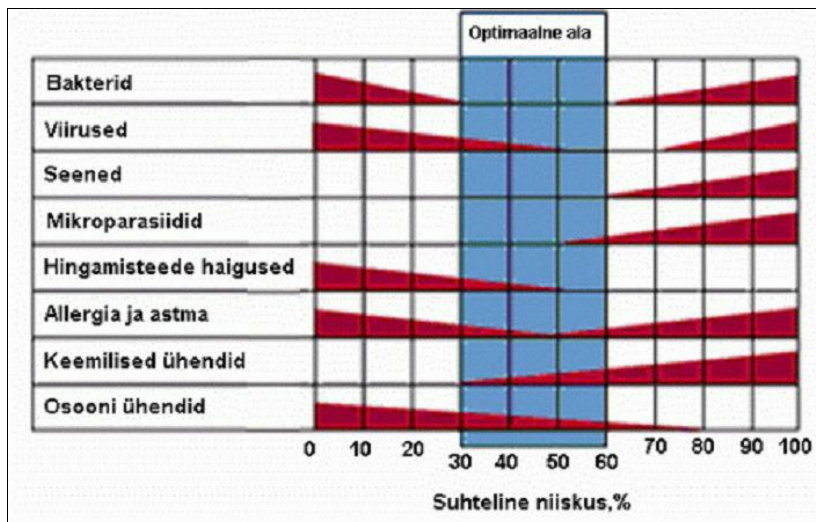
Tänapäeva inimene veedab suurema osa (üle 90%) ööpäevast siseruumides (Schweizer, Edwards et al. 2007). Enamus inimestest on teadlikud, et välisõhk on vähemal või suuremal määral saastatud ja võib kahjustada inimese tervist, kuid paljud ei taipa, et siseruumi halb sisekliima kahjustab samuti inimese tervist. Siseruumide sisekliima kvaliteet on inimese tervislikku aspekti arvestades isegi olulisem kui välisõhu kvaliteet, kuna tänapäeva inimene veedab suurema osa ööpäevast siseruumides (Nõu and Viljasoo 2011).

Hoone sisekliima põhilised tegurid on õhutemperatuur, õhu liikumiskiirus ja õhu kvaliteeti määravad keemilised ning bioloogilised näitajad: õhuniiskus, tolm ja lisandgaaside kontsentratsioon (Seppänen and Seppänen 1998).

Üks tähtsamaid eespool nimetatud sisekliima teguritest on õhuniiskus. Hoone õhuniiskuseks soovitatakse talvel 25 – 45% ja suvel 30 – 70% (Kerde 2009). Inimesele optimaalne suhteline õhuniiskus on 30% – 70% (Laht. J 2010).

Siseruumide õhku satub niiskus inimestelt, märgadelt pindadelt, seadmetelt jm. Tüüpiline neljaliikmeline perekond toodab ööpäeva jooksul 10 kg veeauru ja see on vaja majast välja juhtida ventilatsiooni abil (Nielsen, Kragh et al. 2008).

Liiga madal või kõrge õhuniiskus ruumis mõjutab otseselt ruumisolevate inimeste tajutavat soojusmugavust ja õhukvaliteedi muutust. Näiteks kõrge suhtelise õhuniiskusega ruumides viibides on inimese higistamine kiirendatud, põhjustades ruumis olijale ebamugavust. Samuti võib kõrge suhteline õhuniiskus esile kutsuda allergilisi reaktsioone ja pikas perspektiivis põhjustada kroonilist allergiat. Teisalt liiga madal suhteline õhuniiskus võib põhjustada ruumis olijate naha kuivust ja lõhenemist, nina ja silma limaskesta ning ülemiste hingamisteede ärritusi (Teodosiu 2013). Inimesele optimaalne suhtelise õhuniiskuse tase on välja toodud joonisel 1.



Joonis 1. Inimese tervisele ja mugavustundele optimaalne suhtelise õhuniiskuse tase (Laht. J 2010)

Õhuniiskus mõjutab suuresti ka hoone konstruktsioonide kestvust. On teada-tuntud fakt, et hoone kahjustusi tekitab kõige enam just vesi (nii vedelas kui ka gaasilises faasis). Kõrge õhuniiskusega tingimustes on vee kondenseerumise teke soodustatud, mis loob omakorda soodsad tingimused hallitussente vahamiseks. Madal suhteline õhuniiskus soodustab tolmumist ja suurendab ruumisolevat staatilist elektrit, mis võib põhjustada elektroonikaseadmete tõrkeid (Teodosiu 2013).

Hoone soojusolukord (õhutemperatuur ja õhuliikumiskiirus) avaldab inimese organismile suurt mõju. Õhutemperatuur on neist kõige paremini tunnetatav ja lihtsamini mõõdetav. Elamu ruumide õhutemperatuurid peaksid jääma suvel 24,5°C ja talvel 22°C piiresse ning lubatud õhu liikumiskiirused 0,15 – 0,25 m/s vahemikku (Kerde 2009).

Siseruumide temperatuur peab looma ruumis olijale mugava soojustunde, kus keha soojustasakaalu hoidmiseks kulutaks võimalikult vähe energiat. Hoone soojusolukord peab soodustama inimese produktiivsust ja tagama tervisliku ning mugava olemise.

Kõrge õhutemperatuur soodustab higistamist ja suurendab keha soojuskoormust, mis tekitab omakorda ebamugavust ruumis olijale. Samuti võib kõrge õhutemperatuur põhjustada unisust ja negatiivselt mõjutada inimese produktiivsust (Indoor climate 2010). Kõrge õhutemperatuuriga siseruumides on saasteainete eritumine materjalidest (ehitusmaterjalid, sisustus, seadmed jm) soodustatud ning see toob endaga kaasa õhukvaliteedi languse. Madal õhutemperatuur ja tuuletõmbus põhjustab ebamugavustunnet ning suurendab luu- ja lihaskonna haigestumise tõenäosust (Indoor climate 2010).

Siseruumide saasteained pärinevad põhiliselt hoone elanike tegevusest (põlemisjäägid, kütmine, toiduvalmistamine, suitsetamine), ehitus- ja viimistlusmaterjalide pinnalt (lenduvad orgaanilised ühendid) ja välisallikatest (välisõhk, hoonealune pind) (Laht J. 2010).

Elamute korral põhiliseks ruumiõhku eralduvaks saasteaineks on süsihappegaas. Selle põhiallikaks on tihtipeale inimene ise, kuid lisaks sellele eraldub ruumi CO₂ põlemise jääkproduktina. Süsihappegaasi kahjulikuks koguseks loetakse üle 0,5% koguõhu sisaldusest (Angelstok 2006). Madala CO₂ kontsentratsiooni korral tekib ebamugavuse ja umbsuse tunne, kuid pideva kokkupuute korral võivad tekkida peavalu, peapööritus ja iiveldus (Indermitte).

Siseruumi õhukvaliteeti ohustavad keemilised tegurid on asbest, vingugaas, formaldehüüd, lämmastikoksiid, vääveldioksiid, radoon, suits, tahm, tubakasuits ja lenduvad orgaanilised ühendid (Indermitte).

Siseruumide õhk sisaldab kodutolmu, milles leidub hulgaliselt bioloogilist materjali. Selle materjali allikaks on tavaliselt närilised, koduloomad, lüliljalgsed, taimed, mikroorganismid. Bioloogilist materjali sisaldav kodutolm võib esile kutsuda allergilisi reaktsioone, eriti allergikute puhul. Mikroorganismide sisaldus ruumiõhus võib põhjustada infektsioone, allergilist nohu, limaskesta ärritust (punetus, sügelus, kuivus), köha ja hingeldamist (Indermitte).

Ruumi sisekliima sõltub suuresti hoone ehitusest ja selle tehnosüsteemidest. Sisekliima reguleerimine toimub kütmise (soojusolukord), ventilatsiooni (õhukvaliteet) ja õhu konditsioneerimise (õhu soojendamine, jahutamine, puhastamine, niisutamine ja kuivatamine) abil (Seppänen and Seppänen 1998).

2.3 Soojus- ja niiskustagastusega ventilatsiooni tüübid

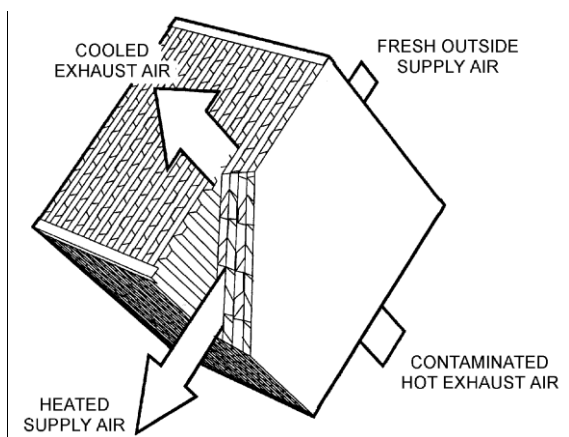
Soojustagastusega ventilatsiooni töö seisneb elamust väljajuhitava sooja õhu ärakasutamises sissetuleva külma välisõhu soojendamisel. Niiskustagastuseta ja niiskustagastusega soojustagasti ventilatsiooniseadme tüübid jagatakse tööpõhimõtte poolest kaheks (ASHRAE 1996):

- plaatsoojusvaheti (Joonis 2)
- rootorsoojusvaheti (Joonis 3).

Niiskustagastuseta plaatsoojusvahetid, mis kannavad edasi ainult ilmset soojust, koosnevad õhukestest metall- või plastplaatidest, mis on paigutatud nii, et soe saastunud väljatõmbeõhk

ja jahe värske sissepuhkeõhk liiguks vaheldumisi soojusvaheti plaatide vahel. Soojusvaheti plaadid on õhutihedalt eraldatud selleks, et väljatõmbeõhk ja sissepuhkeõhk omavahel ei seguneks.

Ilmse soojusvahetusega plaatsoojusvaheti tööpõhimõte seisneb selles, et soe väljatõmbeõhk soojendab plaate ühelt küljelt ja teisel plaadi küljel kandub soojusenergia üle külmale sissepuhkeõhule.

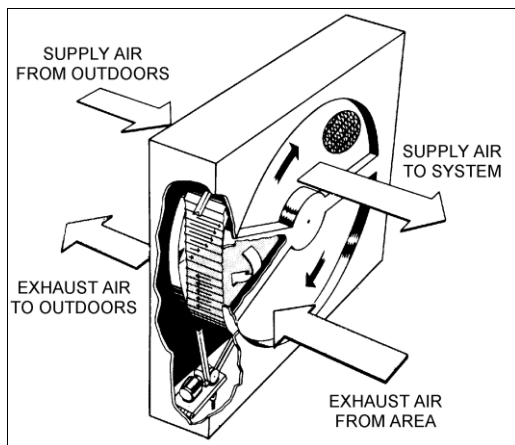


Joonis 2. Ristivoolu plaatsoojusvaheti skeem (ASHRAE 1996).

Niiskustagastusega plaatsoojusvaheti (kogusoojuse soojusvahetus) puhul on soojusvaheti plaadid tehtud poorsetest, veeauru läbilaskvatest materjalidest (töödeldud paber, polümeerid) (ASHRAE 1996). Kasutust on leidnud ka selekteerivad plaadid, mis lasevad läbi veeauru ja see juures takistavad soovimatute gaaside (nt CO_2) ja lõhnade infiltreerumist sissepuhkeõhku (Zhang 2012).

Plaatsoojusvaheteid eristatakse õhuvoolude liikumise järgi kolmeks: ristivoolu, risti-vastuvoolu, paralleelvoolu ja vastuvoolu plaatsoojusvahetid.

Rootorsoojusvaheti on kärjetaoline pöörlev rootor, mis koosneb õhku läbilaskvatest torudest. Soojusvaheti asetseb ventilatsiooniseadmes nii, et soe väljatõmbeõhk läbib rootori alumist osapoolt ja külm sissepuhkeõhk rootori ülemist osapoolt (Angelstok 2006). Selliselt saab toimuda sooja väljatõmbeõhu soojusenergia ülekanne rootori pinnale ja sealt edasi külmale sissepuhkeõhule (Joonis 3).



Joonis 3. Rootorsoojusvaheti skeem (ASHRAE 1996).

Rootorsoojusvaheti soojuskandjad jagunevad soojusülekanne poolest kaheks. Esimene neist kannab edasi ainult ilmset soojust ja teine nii ilmset kui ka varjatud soojust ehk kogusoojust. Ainult ilmse soojusvaheti puhul kandub väljatõmbeõhu soojusenergia rootorsoojusvaheti kandjale ja sealt edasi külmale sissepuhkeõhule. Kogusoojuse rootorsoojusvaheti puhul, kus soojuskandja pinnale on kantud niiskustimav kate, toimub sooja väljatõmbeõhu niiskuse absorbeerimine rootori ühes pooles ja teises niiskuse ning soojuse ülekanne külmale sissepuhkeõhule. Sama põhimõttega kasutatakse niiskustagastuseks tavalist soojuskandja pinda, mille pinnatemperatuur on ruumist väljuva väljapuhkeõhu kastepunktist madalam (soodustatud õhuniiskuse kondenseerumine soojuskanda pinnale), kus kogutakse väljapuhkeõhu niiskus soojuskandja pinnale ja sealt kantakse edasi nii õhuniiskus kui ka ilmne soojus rootori pöörlemise käigus sissepuhkeõhule.

2.4 Vee kondenseerumine ja selle jäätumine soojusvahetis

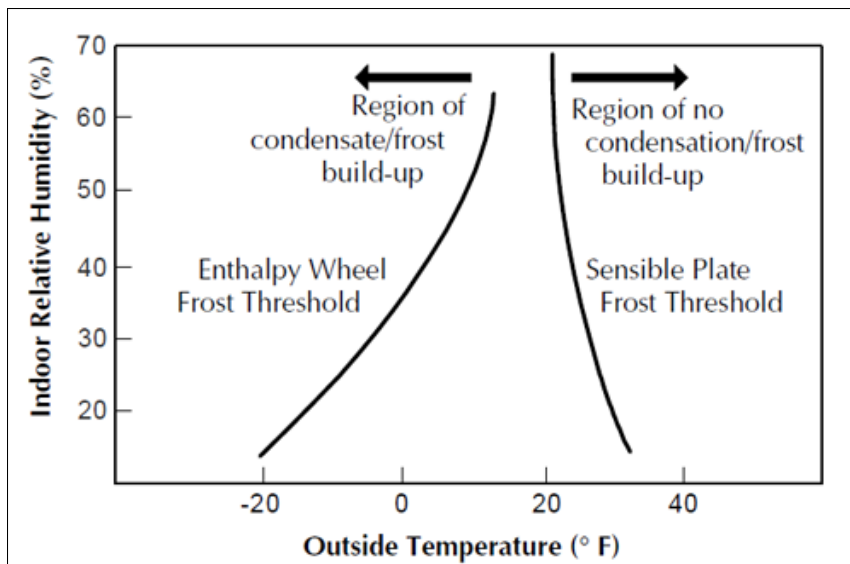
Külma kliimaga piirkondades on soojusvahetusega ventilatsioonisüsteem vajalik selleks, et vähendada hoone küttekulusid. See on üks põhialuseid madala energiatarbega hoone projekteerimisel. Soojusvahetusega ventilatsiooni põhiline näitaja on selle efektiivsus ja tänapäeval on saadaval ligi 90% kasuteguriga seadmed (Nielsen, Rose et al. 2009).

Üsna tavaline on nähtus, kus väljatõmbeõhu temperatuur soojusvahetis langeb alla kastepunkti ja õhus sisalduv niiskus kondenseerub soojusvaheti pinnale. Juhul, kui soojusvaheti pinnatemperatuur on alla külmumistemperatuuri, hakkab kondenseerunud vesi soojusvahetis jäätuma (Rose, Nielsen et al. 2008).

Soojusvahetis esinevad kondenseerumis- ja jäätumiskiirused ning külmumispiirkonnad sõltuvad jäätumise tingimuste kestusest, õhuvooluhulgast, välisõhu temperatuurist ja suhtelisest õhuniiskusest, soojusvaheti pinnatemperatuurist, kasutegurist, geomeetriast (paigutus, orientatsioon), temperatuurilisest tegurist (ASHRAE 1996). Kondenseerumine soojusvahetis suurendab soojusülekannet ja seega ka ilmse soojusülekande tõhusust, kuid see võib põhjustada väikese õhuvoolu läbilaskvusega ventilatsioonisüsteemis olulist õhurõhulangust.

Kõrge soojustagastuse kasuteguriga ventilatsiooniseadme puhul on kondenseerumise kiirus suurem ja seega soojusvaheti pinnale kondenseerunud jäätumine soodustatud (Nielsen, Rose et al. 2009). Külmunud jää kogunemine soojusvaheti pinnal põhjustab reeglina soojusvaheti kasuteguri langust. Samuti toob jääkihi kasvamine kaasa ventilatsiooni väljatõmbeõhu poolel märgatava rõhulanguse ja kui jäätumistaseid meetmeid õigel ajal kasutusele ei võeta, siis ummistab tekkinud jää soojustagasti lühikese aja jooksul (Rose, Nielsen et al. 2008). Täielikult kinnikülmunud soojusvaheti lahtisulatamiseks on tarvis soojustagastuse süsteem välja lülitada ajaks, kuni soojusvahetis tekkinud jää on sulanud. Vee jäätumisel suureneb selle maht ja seepärast võib see omakorda põhjustada soojustagastusseadme ulatuslikke kahjustusi (ASHRAE 1996).

Niiskustagastusega ehk kogusoojuse soojustagastusega ventilatsiooniseadme (ilmse ja varjatud soojuse transport) puhul kantakse suurema õhuniiskusega õhult niiskus üle väiksema õhuniiskusega õhule. Niiskustagastusega soojustagasti puhul saab madala õhuniiskusega sissepuhkeõhku niisutada hoonest väljuva õhuniiskuse arvelt. Sellise seadme kasutamisega on võimalik parandada hoone sisekliimat kütteperioodil, mil hoone suhteline õhuniiskus kipub soovitatud normidest allapoole jääma. Tänu niiskustagastusele on niiskustagastiga soojustagasti jäätumise suhtes resistentsem kui ainult ilmse soojustagastusega ventilatsiooniseade (Joonis 4), sest esimese puhul esineb jäätumine madalamatel temperatuuridel (õhuniiskus kasutatakse ära – kondenseerumist vähem). Õhuniiskustagastusega soojustagastite puhul, mis kasutavad keemilisi niiskuseimajaid, võib aga kondenseerumine kaasa tuua absorbeerija veeldumise ja sel juhul on soojustagastusseade püsivalt rikutud (ASHRAE 1996).



Joonis 4. Niiskustagastiga rootorsoojusvaheti (vasakul) ja ilmse soojustagastiga plaatsoojusvaheti (paremal) jää tekkimise lävi (Airxchange inc. 2005).

Nii niiskustagastuseta kui ka niiskustagastusega soojustagastite korral on soojusvahetis kondenseerunud vee jäätumine ilmselge probleem. Jäätumine soojusvahetis võib põhjustada ventilatsioonisüsteemi rõhulanguse, õhuvooluhulkade vähenemise, soojustagasti kasuteguri languse ja ventilatsiooniseadme kahjustumise. Seepärast on levinud külma kliimaga piirkondades kasutada kõrge kasuteguriga soojusvahetite puhul jäätumisvastaseid meetmeid.

2.5 Kondenseerunud vee jäätumine soojusvahetis ja selle vältimise viisid

Kondenseerunud vee jäätumise vältimist soojusvahetis on uuritud üsna palju ja välja pakutud mitmeid erinevaid lahendusi, kuid nende meetmete rakendamine toob tavaliselt kaasa soojustagastusseadme kasuteguri vähenemise. See on põhjustatud lisaenergia kulutamise vajadusest ja/või sooja õhu soojusenergia mittetäielikust ärakasutamisest (Rose, Nielsen et al. 2008).

Vee kondenseerumist ja selle jäätumist jahutusseadmete soojusvahetites on põhjalikult uuritud viimase kahe aastakümne jooksul eesmärgiga jäätumise tekkemehhanismi paremini mõista ning kuidas jäätumist vältida võimalikult väikese energiakuluga (Iragorry, Tao et al. 2004).

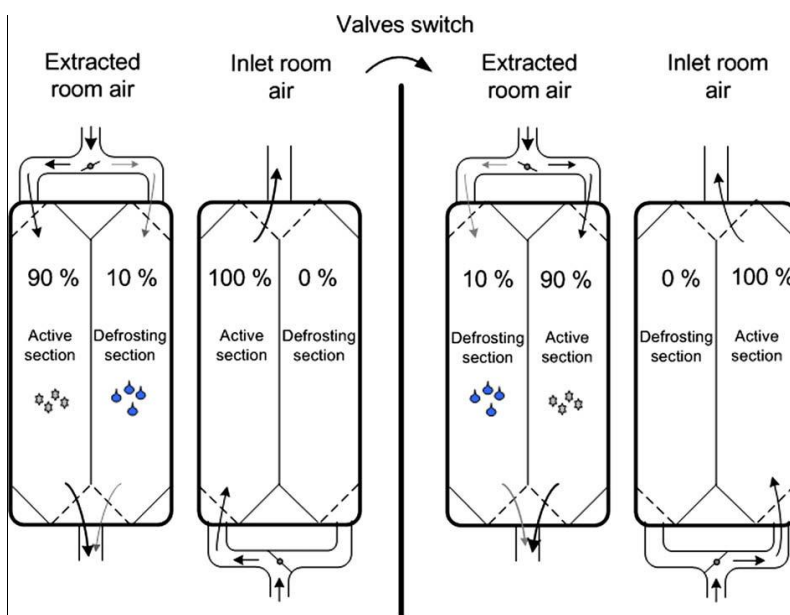
(Kragh, Rose et al. 2005) uurimuses kirjeldatakse viit erinevat jäätumise vältimise viisi:

- madala kasuteguriga soojusvahetite kasutamine, kus väljatõmbeõhu temperatuur ei lange alla 0°C

- reguleerimise strateegiad - õhuvoolude ümberjuhtimine või peatamine, kuni soojusvaheti on sulanud ja sissepuhkeõhu soojendamine
- Munter'i lahendus, mille tööpõhimõtte seisneb selles, et soojusvahetisse pääseva sissepuhkeõhu voolu reguleerib õhuvoolu suunav plaat, mis tekitab soojusvahetis passiivse ja aktiivse sektori, kus passiivses sektoris toimub soojusvaheti sulatamine ja aktiivses soojusülekanne
- kahe soojustagasti kasutamine – kui ühes neist esineb jäätumine, suunatakse õhuvoolud teise soojusvahetisse, mis võimaldab jäätunud soojusvahetil üles sulada
- kahe paralleelselt ühendatud soojusvaheti kasutamine, kus ühes soojusvahetis (aktiivne sektor) toimub soojusülekanne ja teises (sulamissektor) tekkinud jää sulatamine.

Töö autorid märgivad tõsiasja, et esineb külma kliima tingimustes kasutatavate soojustagastite puudus, mille temperatuuriline kasutegur oleks kõrge ja samal ajal ilmastikukindel jäätumise suhtes.

(Nielsen, Rose et al. 2009) töös uuritakse uut tüüpi vastuvoolu plaatsoojusvaheti talitamist kondenseerumise ja jäätumise tingimustes dünaamilise mudeli abil (Simulink). Uurimuses kasutatakse vastuvoolu plaatsoojusvaheti mudelit, mis koosneb kahest paralleelselt ühendatud soojusvahetist, mida tähistavad aktiivne sektor ja sulamissektor (Joonis 5).



Joonis 5. Jääsulatusega soojusvaheti tööpõhimõtte skeem (Nielsen, Rose et al. 2009)

Süsteemi tööpõhimõte seisneb selles, et 10% soojast väljatõmbeõhust kasutatakse soojusvaheti passiivse osa üles sulatamiseks (sulamissektor). Ülejäänud 90% soojast väljatõmbeõhust kasutatakse külma sissepuhkeõhu ülessoojendamiseks (aktiivne sektor). Kindlaks määratud ajavahemiku tagant vahetuvad õhuvoolud sektorites. Soojema ilmaga perioodil, mil kondenseerunud vee jäätumisoht puudub, kasutab soojusvaheti kahte sektorit korraga, suurendades seeläbi soojustagasti kasutegurit.

Töös uuritud vastuvoolu soojustagasti mudeli kasuteguriks leiti 83% eeldusel, et ruumi õhutemperatuur on 20°C ja suhteline õhuniiskus 30% ning välisõhu temperatuur varieerub 0°C kuni -10°C-ni.

Eespool uurimuses osalenud autorite poolt on läbi viidud ka varasemalt sarnase tööpõhimõttega vastuvoolu soojusvaheti katsetused Taani Tehnikaülikooli (Technical University of Denmark) laborites (Kragh, Rose et al. 2007). Katse eesmärk oli uurida tsüklilise sulatusmeetodi toimimist ja tõhusust.

Uut tüüpi vastuvoolu soojusvaheti kavandamisel lähtuti järgmiste tingimuste täitmisest:

- katkematu jääsulamine, sõltumata täiendava soojusallika olemasolust
- minimaalne rõhulangus, seejuures kasutada madala energiatarbega ventilaatoreid
- kahe õhuvoolu (sissepuhke- ja väljatõmbeõhk) segunemise vältimine
- lihtne ja vastupidav ehitus
- kõrge kasutegur.

Katse tulemused näitasid, et jäätumistingimuste juures õhuvooluhulga 25 – 27 l/s ja välisõhu temperatuuri -7°C korral on temperatuuriline kasutegur 88%. Töös märgiti, et enamus ettekirjutatud kriteeriumitest täideti, kuid soojusvaheti seadme mõõtmed võivad tekitada mõningaid komplikatsioone. Samuti esineb vajadus aktiivse ja passiivse sektori õhuvoolude suhte (90% ja 10%) optimeerimiseks.

(Rose, Nielsen et al. 2008) uurimuse eesmärk oli välja selgitada kõige energiatõhusam jäätumise vältimise reguleerimisviis vastuvoolu soojusvahetusega süsteemi puhul Põhja-Euroopa ja arktilise kliimaga tingimuste korral. Uurimuses kasutatakse nelja erinevat jäätumise vältimise reguleerimisviisi:

- sissepuhkeõhu ümberjuhtimine – juhul, kui esineb jää tekkimise oht (soojusvaheti plaadi pinnatemperatuur langeb alla 0°C), suunatakse osa sissepuhkeõhust ümber, kus see soojendatakse elektrilise küttekeha abil 15°C-ni

- siseõhu taasringlusesse suunamine, kus külm sissepuhkeõhk seguneb sooja väljatõmbeõhuga tagades sellega jäätumise vältimise soojustagastis, kusjuures väljatõmbeõhu taasringlusesse suunamine on määratud soojusvaheti plaadi pinnatemperatuuriga (ei tohi langeda alla 0°C)
- sissepuhkeõhu soojendamine elektrilise küttekeha abil konstantse temperatuurini – 0°C-ni
- sissepuhkeõhu soojendamine elektrilise küttekeha abil temperatuurini, mille puhul jää tekkimine soojusvahetis on välistatud.

Uurimuse tulemused viitavad sellele, et Põhja-Euroopa (Taani) tingimustes on võimalik lihtsate jäätumise vältimise viisidega ennetada jää teket kõrge kasuteguriga soojusvahetis ilma, et energiatarve suureneks oluliselt. Seevastu uuritavad jäätumise vältimise reguleerimisviisid on arktilise kliimaga tingimustes väheefektiivsed ja seega kasutuskõlbmatud.

ASHRAE käsiraamatus (1996) soovitatakse järgmisi jäätumise vältimise viise:

- sissepuhkeõhu eelsoojendamine
- soojusvaheti kasuteguri alandamine, näiteks rootorsoojusvaheti puhul rootori liikumiskiiruse aeglustamisega või osa sissepuhkeõhust ümbersuunamisega soojusvahetisse tagasi
- korralise soojusvaheti ülessulatamise kasutamine.

(Freund, Klein et al. 2003) uurimuses võrreldi viit erinevat jäätumise vältimise viisi niiskustagastustega rootorsoojusvahetiga seadme puhul. Töö autorid leidsid, et sissepuhkõhu eelsoojendamine nõuab kõige vähem lisaenergiat ja lisaseadmete mõõtmed on väikseimad. Kõige vähem efektiivsem jäätumise vältimise viis oli süsteemi väljalülitamine ja rootori liikumiskiiruse reguleerimine.

Alternatiivsete lahenduste osas püstitavad (Kim and Lee 2012) enda uurimuses küsimuse, kuidas mõjub hüdrofoobse, hüdrofiilse ja nende kahe kombinatsiooniga katte lisamine ribisoojuskandja pinnale kondenseerumise ja jää tekke osas. Töös uuritakse nende katete mõju soojuskandja omadustele ja sooritusele nii kondenseerumist kui ka jäätumist soodustavates tingimustes.

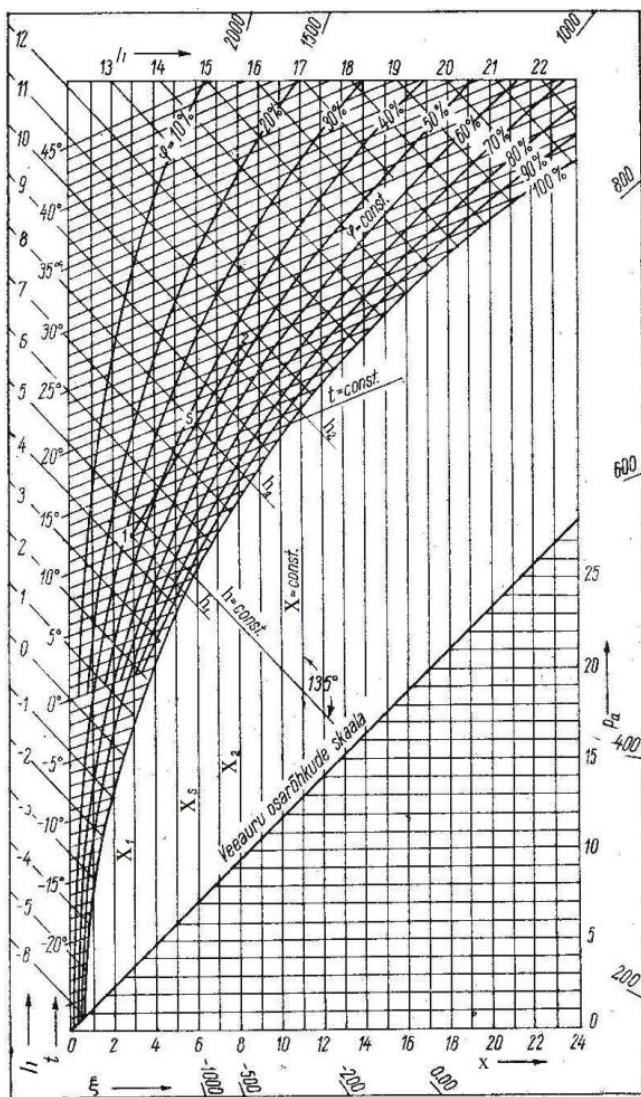
Jäätumistingimustega katses leiti, et hüdrofoobse kattega töödeldud soojusvaheti puhul on süsteemi rõhulangus madalaim ja jäätumisest tingitud soojusülekande efektiivsuse langus

väikseim tänu aeglasemale jäätumiskiirusele. Hüdrofiilse kattega töödeldud soojusvaheti puhul leiti, et seal esineb suurim rõhulangus.

2.6 Niiske õhu olekudiagramm

(Angelstok 2006)

Niiske õhu olekudiagramm (Joonis 6) ehk $h - x$ diagramm (Mollier'i diagramm) kirjeldab õhu termodünaamiliste omaduste vahelisi seoseid. Mollier' diagrammi kasutatakse õhu termodünaamilisi muutusi käsitlevate protsesside kirjeldamisel ja arvutamisel. Niiske õhu olekudiagramm leiab suurt kasutust ehitiste projekteerimise juures (ventilatsioonisüsteemis).



Joonis 6. Mollier'i diagramm baromeetrilisele rõhule 760 mmHg, kus h – kcal/kg; x – g/kg; t – °C; p_a – mmHg (Angelstok 2006).

Niiske õhu füüsikalised parameetrid on:

- t – temperatuur
- h – entalpia
- x – niiskusesisaldus
- f – suhteline niiskus
- p_v – veeauru osarõhk.

Diagrammi horisontaalteljele on kantud õhu niiskusesisalduse x väärtused 1 g vett 1 kg kuiva õhu kohta. Ordinaatteljele on kantud niiske õhu entalpia h väärtused 1 kcal 1 kg kuiva õhu kohta. $h = \text{const}$ jooned moodustavad vertikaalsete $x = \text{const}$ joontega diagrammil parallelogrammivõrgu, kuhu on kantud samatemperatuurijooned $t = \text{const}$ ja suhtelise niiskuse f kõverad. Kõver $f = 100\%$ on $h - x$ diagrammi piirkõver ehk küllastuskõver, kus ülalpool kõverat on õhk niiskusega küllastamata ja allpool üleküllastunud. Diagrammi alumises parempoolses osas on väljendatud õhu niiskusesisalduse x ja veeauru osarõhu p_v vaheline seos.

Teades niiske õhu kahte parameetrit, on võimalik $h - x$ diagrammi abil määrata niiske õhu ülejäänud parameetrid. Näiteks on vaja leida kahe koguse erinevate parameetritega õhu segu parameetrid, kus õhukoguse L_1 parameetrid on h_1 ja x_1 ning õhukoguse L_2 parameetrid h_2 ja x_2 . Nende õhukoguste segunemisel saadud õhukoguse $L_s = L_1 + L_2$ entalpia h_s ja niiskusesisaldus x_s on arvutatavad valemite $x_s (L_1 + L_2) = x_1 L_1 + x_2 L_2$ ja $h_s (L_1 + L_2) = h_1 L_1 + h_2 L_2$. Nendest valemitest saame

$$\frac{x_2 - x_s}{x_s - x_1} = \frac{L_1}{L_2} = \frac{h_2 - h_s}{h_s - h_1}.$$

Ühendades õhukoguste 1 ja 2 parameetreid kujutavad punktid, siis segupunkt S jagab sirge lõikudeks, mille pikkused on pöördvõrdelised segatavate õhuhulkadega. Sellest võrrandist on näha, et segupunkti abtsiss x_s jagab lõigu $x_2 x_1$ ja ordinaat h_s lõigu $h_2 h_1$ osadeks, mille pikkused on pöördvõrdelised segatavate õhuhulkadega.





3 Materjal ja metoodika

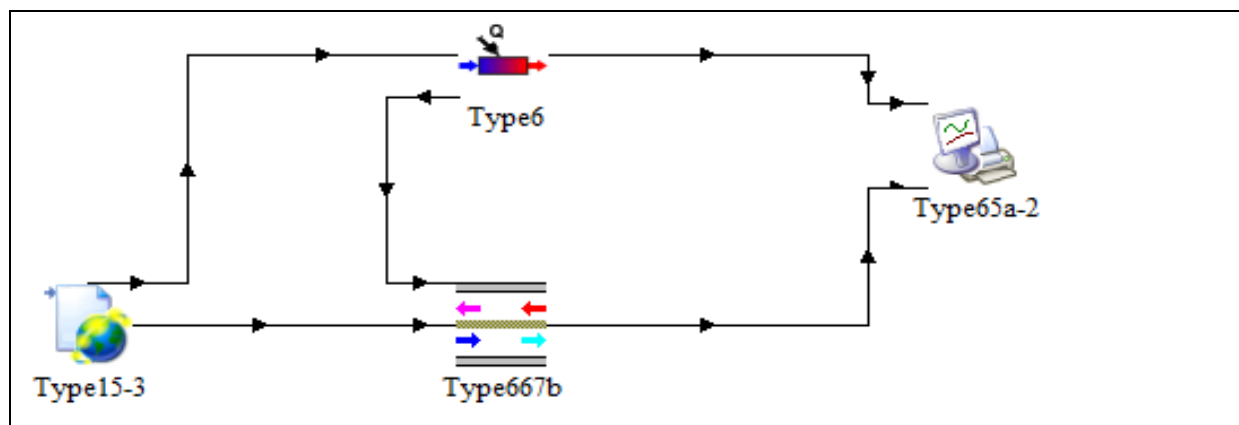
3.1 TRNSYS mudeli kirjeldus ja metoodika

TRNSYS (Transient System Simulation Program) on äärmiselt mitmekülgsede omadustega dünaamilise simulatsiooni tarkvara.

Uurimustöö kasutatakse TRNSYS programmi dünaamilise mudeli simulatsiooni (Joonis 7) ja selle keskseks komponendiks on Type667b (õhk-õhk tüüpi soojusvaheti). Lisaks Type667b kasutatakse veel Tõravere kliimafaili lugemiseks Type15-3, välisõhu ülessoojendamiseks teatud temperatuurini Type6 ja tulemuste graafiliseks esitluseks Type65a (Online plotter). Tabel 1 kirjeldab on eelnimetatud komponente detailsemalt ja nende komponentide parameetrite vahelisi ühendusi kirjeldab tabel 2.

Tabel 1. TRNSYS mudelis kasutatud komponentide kirjeldused.

Tüüp	Lühikirjeldus	Funktsioon
 Type15-3	Tõravere 2005. aasta kliimaandmed	Loeb TRNSYS EPW vormingus kliimafaile.
 Type6	Lisasoojendi	Antud töös kasutatakse välisõhu eelsoojendina.
 Type667b	Õhk-õhk tüüpi soojusvaheti	Kasutab siseruumist väljaviidava õhu soojust ja/või niiskust, et üles soojendada ja/või niisutada väljast tulevat õhku.
 Type65a	Tulemuste illustreerija	See komponent illustreerib tulemused ekraanil ja salvestab tulemused teatud faili.



Joonis 7. Uurimistöös kasutatud TRNSYS mudeli skeem.

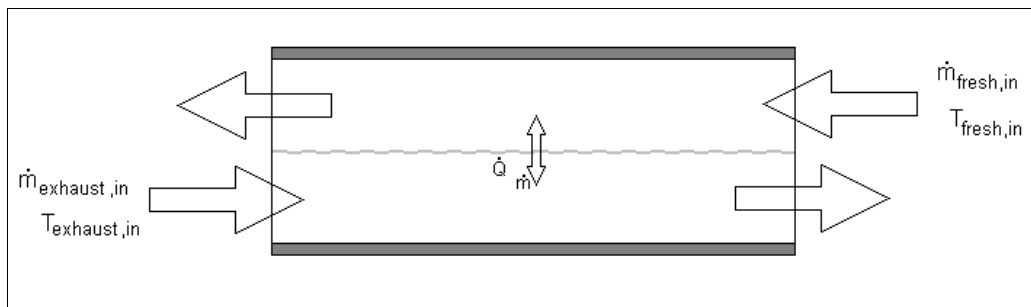
Tabel 2. TRNSYS mudeli komponentide parameetrite vahelised seosed.

Komponendid	Komponentide vahelised ühendused
Type15-3 → Type6	Dry bulb temperature → Inlet fluid temperature
Type15-3 → Type667b	Percent relative humidity → Fresh air %RH
Type6 → Type667b	Outlet fluid temperature → Fresh air temperature

Uurimistöös kasutatakse TRNSYS mudeli simulatsioonil kliimaandmetena Tartu-Tõravere meteoroloogiajaama 2005. aasta kliimaandmeid.

Type667b kasutab „konstantne kasutegur – minimaalne mahtuvus“ meetodit õhk-õhk tüüpi soojusvaheti puhul, kus kaks õhuvoolu (väljatõmbeõhk ja sissepuhkeõhk) mööduvad üksteisest nii, et nende vahel saab toimuda nii energia kui ka niiskuse ülekanne. Tänu meetodile „konstantne kasutegur – minimaalne mahtuvus“ saab seda mudelit kasutada erinevat tüüpi õhuvooludega (nt paralleelne, vastuvoolu ja ristivoolu õhuvool) seadmete modelleerimise tarbeks. Samuti võimaldab selle meetodi kasutamine modelleerimise võimalikkuse ilmse ja varjatud soojustagastiga seadmete, niiskustagastusega rootorsoojusvaheti, niiskustimava soojusvaheti või niiskustagastusega plaatsoojusvaheti puhul.

Järgnevalt on välja toodud lihtsustatud kujul vastuvoolu soojusvaheti skeem (Joonis 8).



Joonis 8. Õhk-õhk tüüpi soojusvahetusega seadme skeem (TRNSYS).

Vasakult paremale liigub soe väljatõmbeõhk ja paremalt vasakule liigub külm sissepuhkeõhk, kus \dot{m} tähistab õhuvooluhulka, T õhutemperatuuri ning Q energiavahetust kahe õhuvoolu vahel. Väljatõmbeõhu voolu ja sissepuhkeõhu voolu eraldab läbilaskev membraan, tänu millele saab toimuda nii energia kui ka niiskuse ülekanne kahe õhuvoolu vahel.

Eelsoojendit Type6 kasutatakse antud uurimuse TRNSYS mudelis kui elektrilist eelsoojendit, mis tagab välisõhu soovitud temperatuuri ega lase alla selle langeda. Eelsoojendi ülesanne on soojendada väliõhu temperatuuri teatud piirini, et soojusvahetis kondenseerunud vesi ei saaks jääda. Type6 hakkab tööle järgmistel juhtudel:

- ilmse soojustagastuse puhul rakendub Type6 tööle juhul, kui välisõhu temperatuur langeb alla -2°C
- kogusoojuse soojustagastuse puhul rakendub Type6 tööle juhul, kui välisõhu temperatuur langeb alla -10°C .

Eelsoojendi Type6 küttevõimsuseks on määratud maksimaalselt kuni 2 kW.

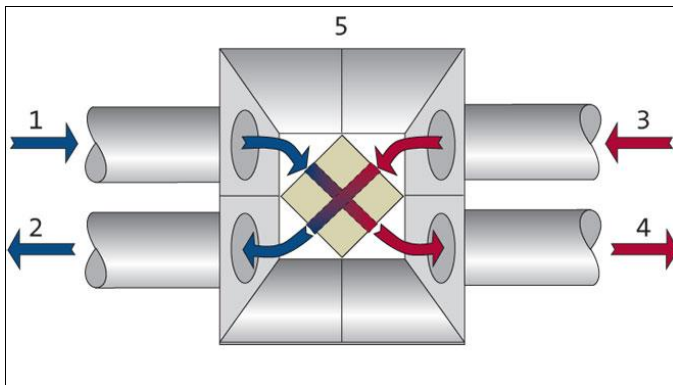
Uurimistöös varieeritakse TRNSYS mudeli järgnevaid parameetreid:

- õhuvooluhulgad, m^3/h
- soojusvaheti Type 667b võimsustarve, kWh
- siseruumi suhteline õhuniiskus, %
- ilmse soojuse soojustagastuse kasutegur, %
- varjatud soojuse soojustagastuse kasutegur, %.

Uurimistöö TRNSYS mudeli fikseeritud parameetriteks on:

- välisõhu parameetrid (Tõravere 2005. aasta kliimaandmed)
- siseruumi temperatuur, $^{\circ}\text{C}$

- eelsoojendi küttevõimsus, kW
- eelsoojendi Type6 töölerakendumise temperatuur (ilmse soojustagastuse puhul -2°C ja kogusoojuse tagastuse puhul -10°C)
- sissepuhke- ja väljatõmbeõhu õhurõhk (1 atm)
- sissepuhke- ja väljatõmbeõhu vooluhulga langus (0 atm)
- õhu erisoojus ($1,00 \text{ kJ/kg}^{\circ}\text{C}$).



Joonis 9. Ristivoolu soojusvaheti skeem (Cross flow heat exchanger), kus 1 – välisõhk, 2 – väljatõmbeõhk pärast soojustagastit, 3 – väljatõmbeõhk enne soojustagastit ja 4 – sissepuhkeõhk pärast soojusvahetit.

Tulemuste peatükis kasutatakse parema jälgitavuse eesmärgil sissepuhkeõhu ja väljatõmbeõhu nummerdatud tähiseid (Joonis 9). Soojusvahetisse siseneva siseõhu (nr 3) temperatuur on konstantne (20°C).

Tabel 3. TRNSYS mudeli varieeritavad parameetrid.

Parameeter	Niiskus-tagastuseta			Niiskus-tagastusega			Niiskus-tagastusega			Niiskus-tagastusega		
	var.	var.	var.	var.	var.	var.	var.	var.	var.	var.	var.	var.
	1.0	1.1	1.2	2.0	2.1	2.2	3.0	3.1	3.2	4.0	4.1	4.2
Siseruumi RH, %	40			40			40	50	60	40		
Ilmne soojustagastus, %	93			84			84			84		
Varjatud soojustagastus, %	0			73			73			25	50	73
Õhuvooluhulk, m ³ /h	150	175	200	150	175	200	150			150		

Tulemuste peatüki all kirjeldatud soojustagastist tagastatud soojusenergia väärtused on netoväärtused ehk seadmete tööle kuluv energia on juba lahutatud, kusjuures soojustagasti käigus tekkinud vabaenergia on netoväärtusesse arvestatud.

3.1 Statistiline andmetöötlus

TRNSYS dünaamilise mudeli simulatsioonil saadud tulemused on töödeldud programmiga Microsoft Excel 2007. Soojustagasti tagastatud soojusenergia on antud kümnendkoha täpsusega kWh määratud ajaperioodi jooksul.

4 Tulemused

Uurimistöö TRNSYS mudeli parameetrite varieerumine variantide kaupa on välja toodud metoodika peatükis (Tabel 3.).

4.1 Ilmse ja kogusoojuse soojustagastuse väärtuse varieeruvus jaanuarikuu näitel

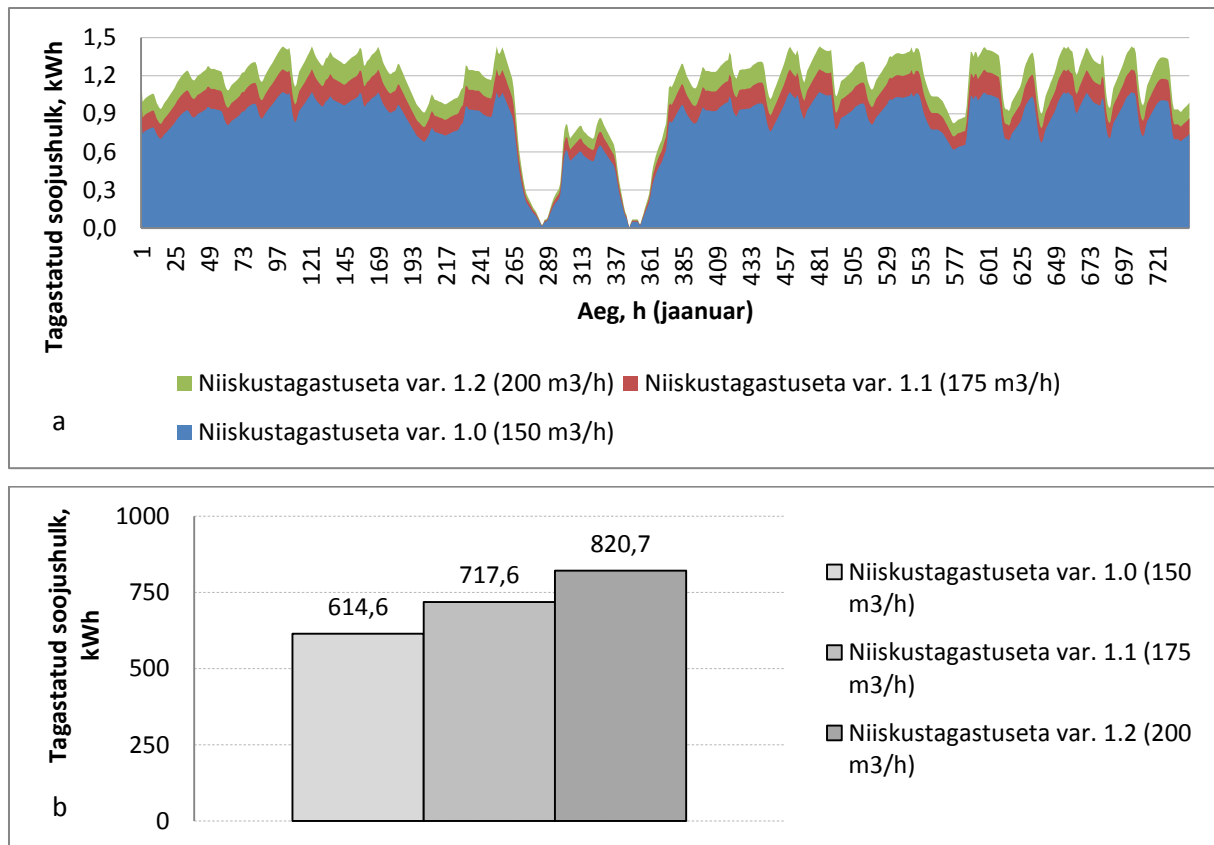
Uurimistöö tulemuste I pooles käsitletakse näidiskuu tulemusi, kus TRNSYS mudeli tulemuste analüüsimisel on otsustatud võtta kütteperioodi näidiskuuks Tartu-Tõravere 2005. aasta jaanuarikuu ja selle abil analüüsida tagastatud soojushulkade väärtusi varieerides mudeli õhuvooluhulkasid, siseruumi suhtelist õhuniiskust ja varjatud soojuse tagastuse kasutegurit. Lisaks uuritakse TRNSYS mudeli eelsoojendusele kulutatud energiahulkasid niiskustagastuseta ja niiskustagastusega mudelite korral. Lõpuks vaadeldakse soojustagastisse Type667b sisenevate ja väljuvate õhuvoolude õhutemperatuure ning suhtelise õhuniiskuse väärtusi.

4.1.1 Ilmse ja kogusoojuse soojustagastuse varieeruvus sõltuvalt õhuvooluhulkadest

Uurimuse TRNSYS mudelis on kasutatud õhuvooluhulkasid $150 \text{ m}^3/\text{h}$, $175 \text{ m}^3/\text{h}$ ja $200 \text{ m}^3/\text{h}$. Sellised õhuvooluhulga väärtused on võetud lähtuvalt kõrge energiatõhususega maja sisekliima nõudmistele $30 \text{ m}^3/\text{h}$ inimese kohta (Heating load in Passive Houses) eeldades, et hoones elab 5 inimest ja sisekliima kvaliteedis järeleandmisi ei tehta, vaid pigem parandatakse õhuvooluhulkade suurendamise kaudu.

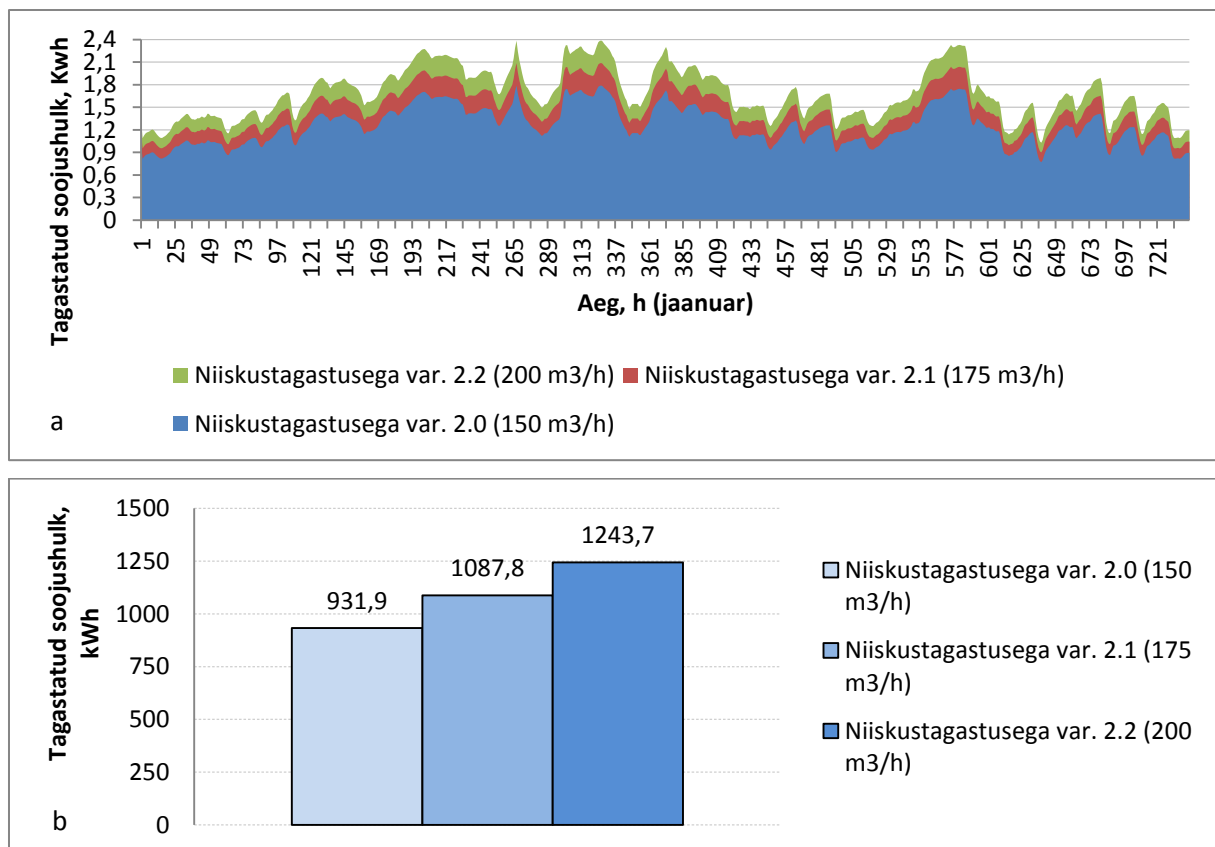
Õhuvooluhulk on üks enim mõjutav parameeter nii ilmse kui ka kogusoojuse soojustagastuse väärtuse kujunemisel. Õhuvooluhulgast sõltub otseselt, kui palju soojusenergiat sisaldavat õhku viiakse läbi soojusvaheti ja sellest sõltub suuresti soojustagasti kasuteguri väärtus.

Järgnevalt on kirjeldatud, kuidas täpselt mõjutab õhuvooluhulkade muutmine mudeli soojustagasti soojusenergia tagastusele.



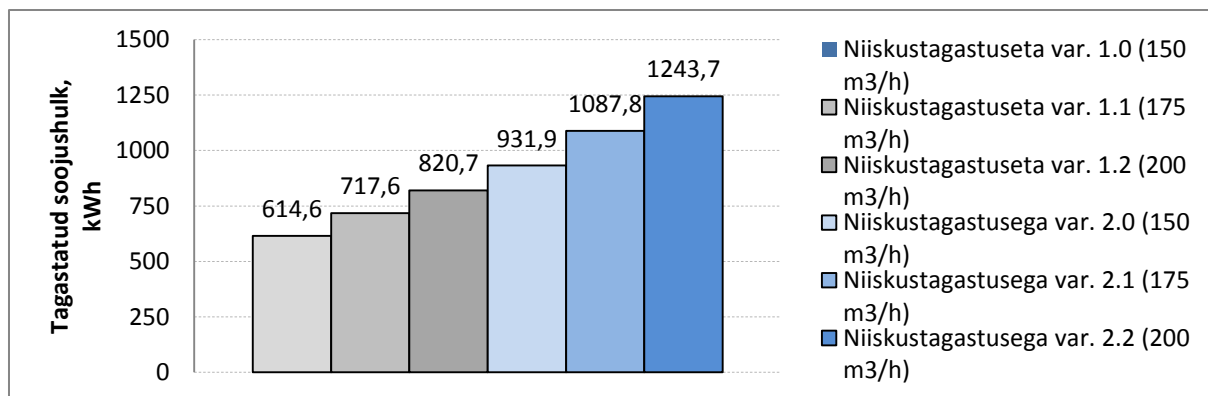
Joonis 10. Type667b niiskustagastuseta tagastatud soojushulkade arvutuslikud väärtused erinevate õhuvooluhulkade puhul: (a) arvutuslikud väärtused kWh jaanuaris (x; y) graafikul ja (b) arvutuslikud summaarsed väärtused kWh jaanuaris.

Joonis 10 (a) graafikul on näha kahte järsku langust ajaperioodidel 270 h kuni 300 h ja 337 h kuni 364 h tagastatud soojushulkade vähenemise näol. Need langused on põhjustatud madalatest välisõhu temperatuuridest, mille tõttu välisõhu elektriline eelsoojendi võimsustarve suureneb olulisel määral (Joonis 17). Eelsoojendi võimsustarve suureneb seepärast, et soojusvahetisse Type667b liikuv välisõhk on vaja soojendada kuni -2°C -ni, et vältida kondenseerunud vee jäätumist soojustagastis. Niiskustagastuseta mudeli soojusvahetisse suunatud välisõhu temperatuur ei tohi langeda alla -2°C , vastasel juhul hakkab soojusvahetis kondenseerunud vesi jäätuma.



Joonis 11. Type667b niiskustagastusega tagastatud soojushulkade väärtused erinevate õhuvooluhulkade puhul: (a) arvutuslikud väärtused kWh jaanuaris (x; y) graafikul ja (b) arvutuslikud summaarsed väärtused kWh jaanuaris.

Erinevalt joonis 10 (a) graafikust ei ole joonis 11 (a) graafikul nii järske langusi tagastatud soojushulkade väärtustes, sest niiskustagastusega soojustagasti mudeli puhul on jää tekkimise piirtemperatuur madalam kui niiskustagastuseta soojustagasti korral. Niiskustagastusega soojusvaheti mudeli puhul ei tohi soojusvahetisse suunatud välisõhu temperatuur langeda alla -10°C , vastasel juhul hakkab soojusvahetis kondenseerunud vesi jäätuma. Joonisel 17 on võimalik jälgida välisõhu eelsoojendi tööd niiskustagastusega soojustagasti mudeli korral.

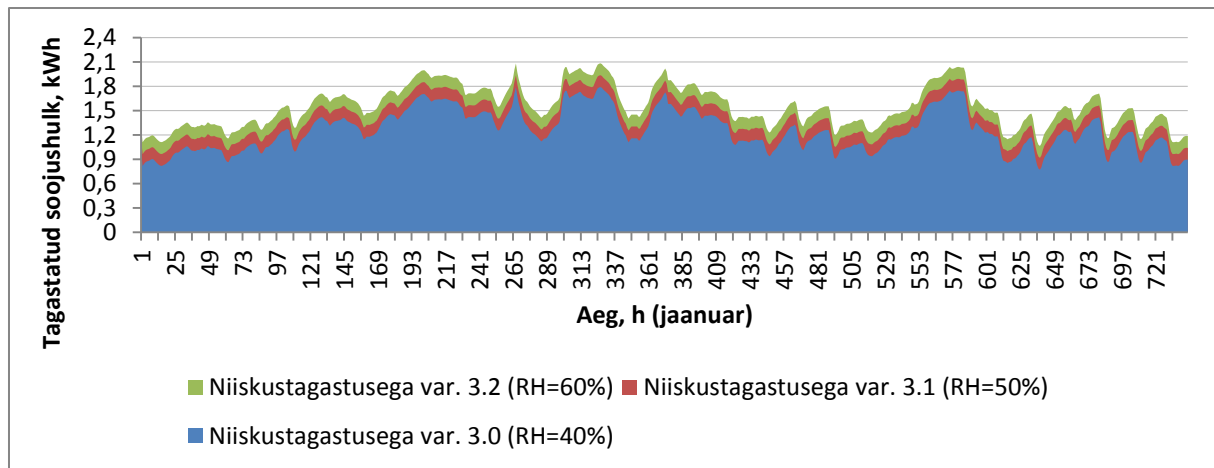


Joonis 12. Type667b niiskustagastuseta vs niiskustagastusega tagastatud soojushulkade arvutuslike summarsete väärtuste võrdlus erinevate õhuvooluhulkade puhul jaanuaris.

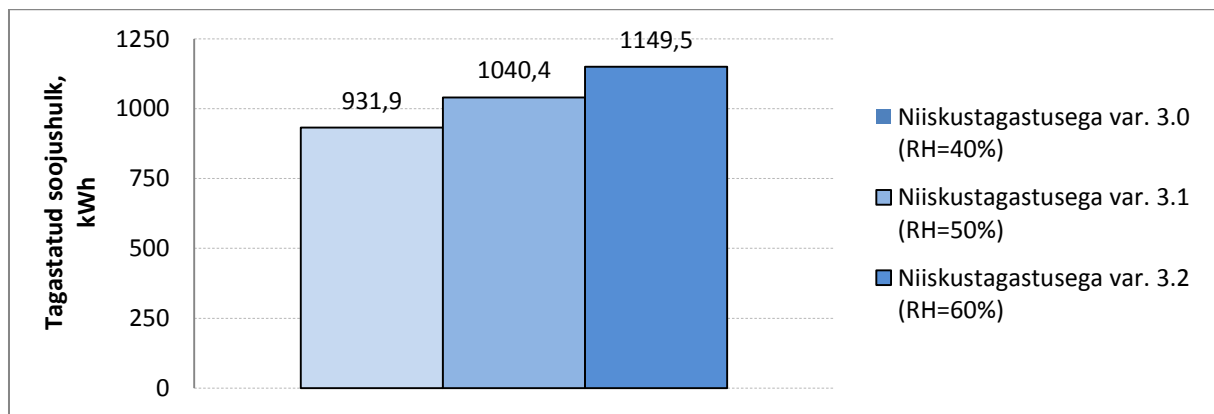
Joonisel 12 on näha õhuvooluhulkade selget mõju mudeli tagastatud soojushulga väärtustele, kus tagastatud soojushulkade väärtus kasvab proportsionaalselt muudetud õhuvooluhulkade väärtusega. Jooniselt näeb samuti, et niiskustagastusega soojustagastuse mudeli (var. 2.0) puhul on tagastatud soojushulkade väärtus 51,6% võrra suurem kui samade õhuvooluhulkade (150 m³/h) juures niiskustagastuseta mudeli (var. 1.0) tagastatud soojushulkade väärtus. Selline vahe on põhjendatav niiskustagastuseta soojustagastuse puhul suuremast eelsoojendusele kuluvast elektrienergia kulust (Joonis 17) ja suutmatusest tagastada ruumist väljuva väljatõmbeõhus sisaldavat varjatud soojust.

4.1.2 Kogusoojuse soojustagastuse sõltuvus ruumis olevast suhtelisest õhuniiskusest

Järgnevalt on uurimistöö TRNSYS mudeli simulatsioonil kasutatud hoone suhtelise õhuniiskuse väärtuseid 40%, 50% ja 60% õhuvooluhulkade 150 m³/h juures. Sellised suhtelise õhuniiskuse väärtused on võetud sellepärast, et niiskustagastusega soojustagasti kasutamisel tagastatakse väljajuhitavast õhust suur osa hoones olevast õhuniiskusest seeläbi suurendades siseruumi suhtelist õhuniiskust. Niiskustagastusega soojustagasti kasutamisega saab parandada kütteperioodil esinevat probleemi, kus ruumis olev suhteline õhuniiskus langeb soovitud suhtelise õhuniiskuse väärtusest madalamale ja seega saab tõsta hoone sisekliima kvaliteeti.



Joonis 13. Type667b niiskustagastusega tagastatud arvutuslikud väärtused kWh jaanuaris (x; y) graafikul erineva siseruumi suhtelise õhuniiskuse puhul.



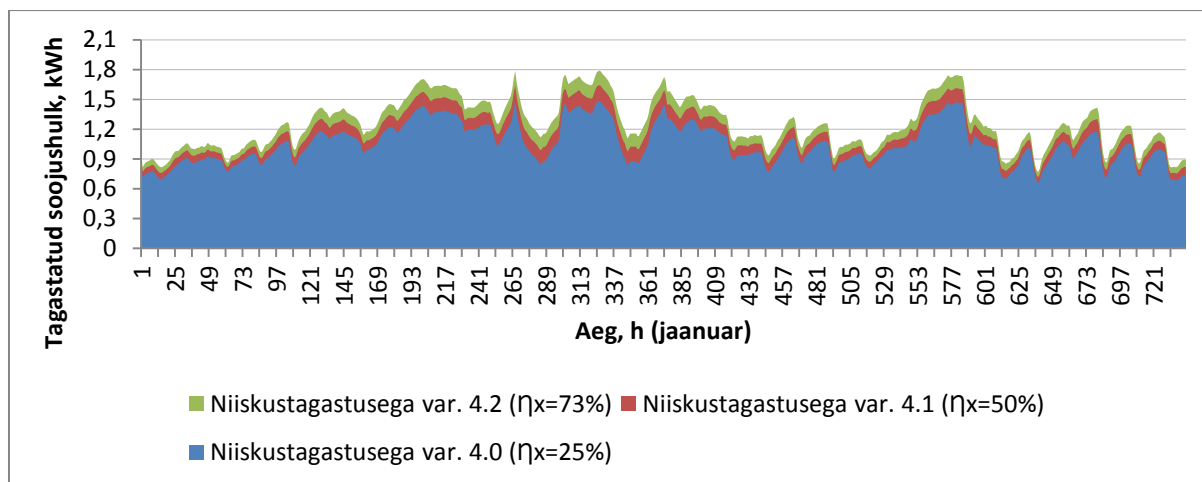
Joonis 14. Type667b niiskustagastusega tagastuse arvutuslikud summaarsed väärtused kWh jaanuaris erineva siseruumi suhtelise õhuniiskuse puhul.

Joonisel 13 ja joonisel 14 on näha proportsionaalset tagastatud soojushulkade väärtuste kasvu seost, mis sõltub hoone suhtelise õhuniiskuse väärtusest. Joonisel 14 on näha, et *var. 3.1* puhul on tagastatud soojushulkade väärtus *var. 3.0*-st 11,7% võrra suurem. Võrreldes *var. 3.1* ja *var. 3.2* tagastatud soojushulkade väärtusi leiame sarnase väärtuste kasvu, kus *var. 3.2* väärtus on 10,5% võrra suurem.

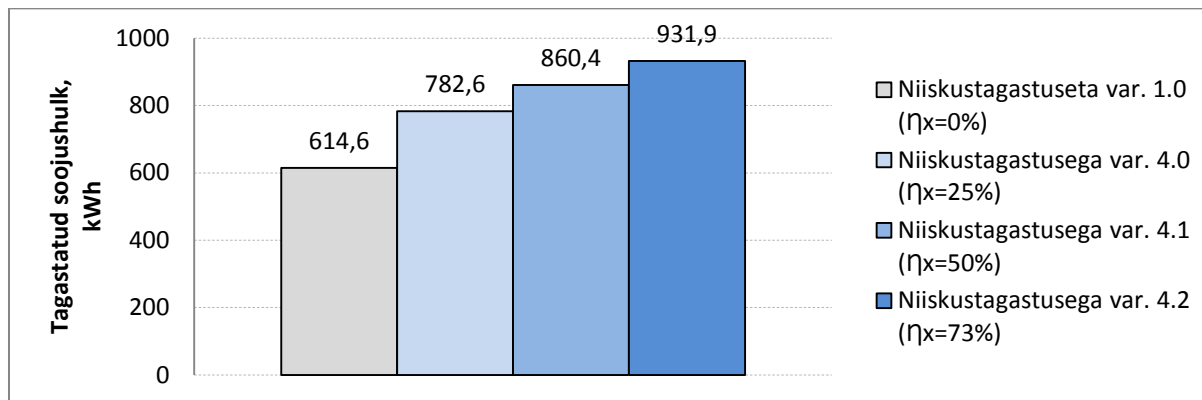
4.1.3 Kogusoojuse soojustagastuse sõltuvus niiskustagastuse kasuteguri väärtusest

Uurimistöö TRNSYS mudelis kasutatud soojustagasti Type667b parameetrites muudeti varjatud soojuse tagastuse kasuteguri väärtus selleks, et leida niiskustagastuse osatähtsus kogusoojuse tagastatud soojushulkade suhtes. Varjatud soojustagastuse kasuteguri väärtuste

määramisel võeti niiskustagastuse kasuteguri ülemiseks väärtuseks seadme Paul Novus (F) 300 keskmine niiskustagastuse väärtus $\eta_x=73\%$ (Paul Novus F 300 PHI Certificate) ja sellest väiksemad väärtused ($\eta_x=25\%$ ja $\eta_x=50\%$) võeti TRNSYS mudeli tagastatud soojushulkade tulemuste võrdlemiseks.



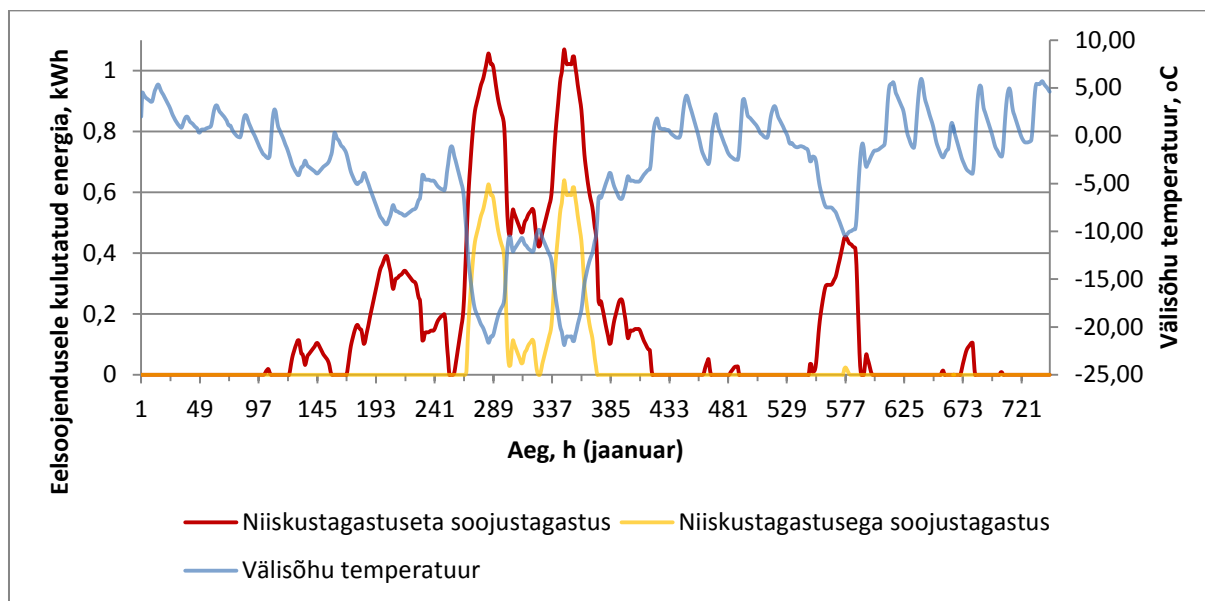
Joonis 15. Type667b niiskustagastusega tagastatud arvutuslikud väärtused kWh jaanuaris (x; y) graafikul erineva niiskustagastuse kasuteguri puhul.



Joonis 16. Type667b niiskustagastusega vs niiskustagastuseta tagastatud arvutuslikud summaarsed väärtused kWh jaanuaris erineva niiskustagastuse kasuteguri puhul.

Joonisel 16 on näha, et juba niiskustagastuse kasuteguri puhul $\eta_x=25\%$ (var. 4.0) on mudeli tagastatud soojushulkade väärtus 27,3% võrra suurem kui niiskustagastuseta (var. 1.0) mudeli väärtus. Niiskustagastuse kasuteguri $\eta_x=73\%$ korral on mudeli tagastatud soojushulkade väärtus 51,6% võrra suurem niiskustagastuseta mudeli väärtusest.

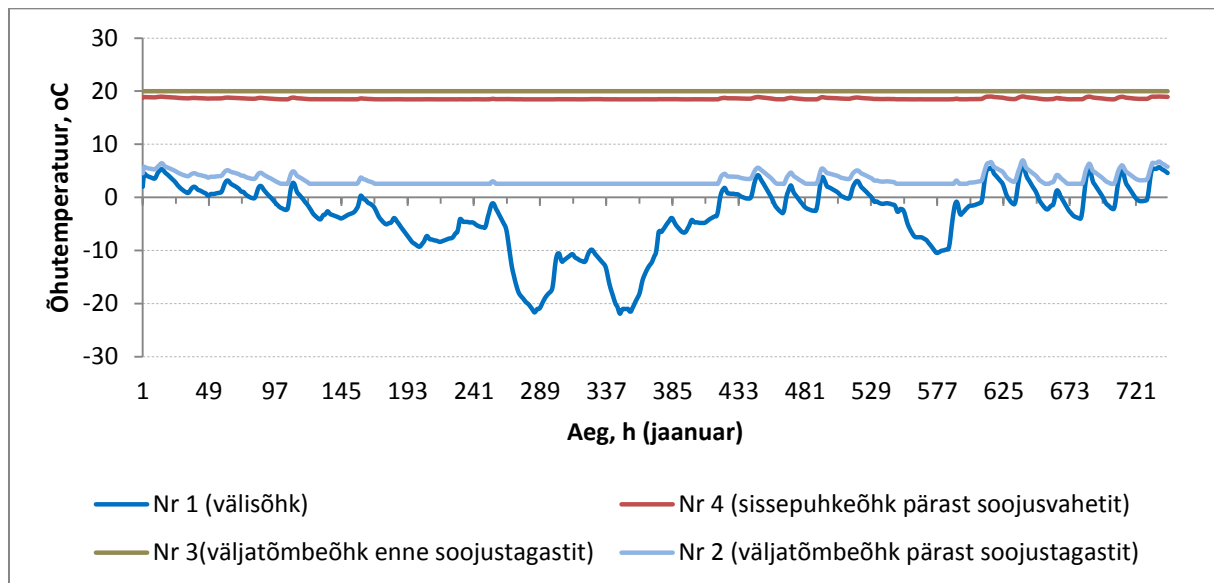
4.1.4 TRNSYS mudeli kulutatud arvutuslik energiahulk välisõhu eelsoojendusele



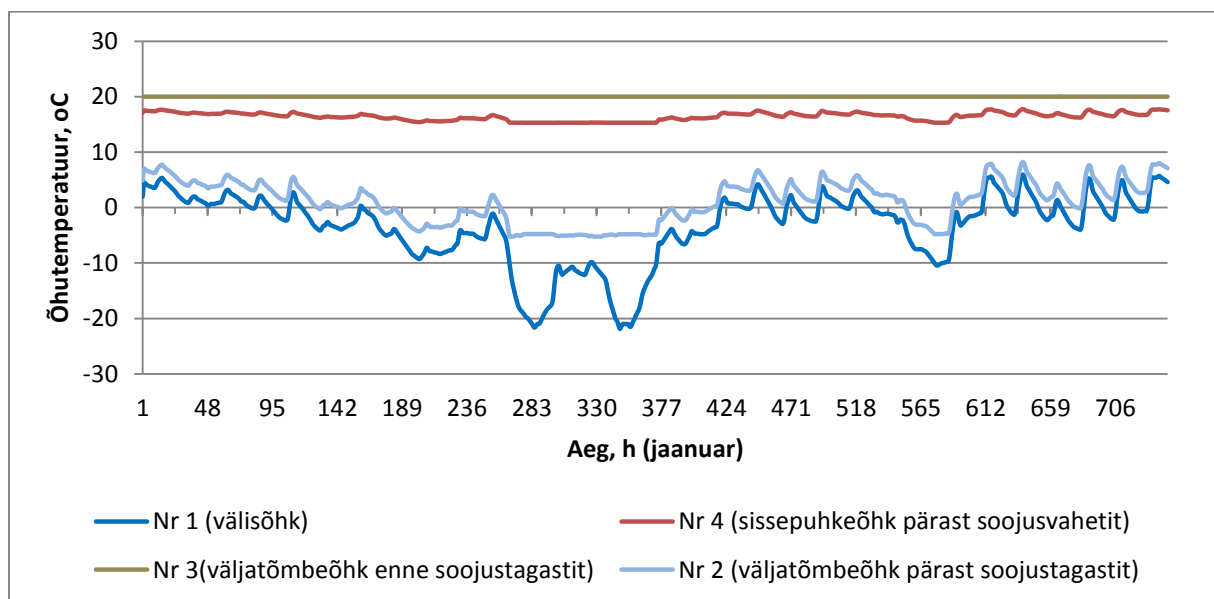
Joonis 17. TRNSYS niiskustagastuseta vs niiskustagastusega soojustagastuse mudeli kulutatud arvutuslik energiahulk välisõhu eelsoojendusele jaanuaris.

Joonisel 17 on näha välisõhu temperatuuri seost välisõhu eelsoojendusele kulutatud energiakuluga. Niiskustagastuseta mudelil on määratud eelsoojenduse käivitustemperatuuriks -2°C ja niiskustagastusega mudelil -10°C . On selgelt näha, et niiskustagastuseta mudeli korral kulub välisõhu eelsoojendusele tunduvalt rohkem energiat.

4.1.5 Type667b sissepuhke- ja väljatõmbeõhu suhtelise õhuniiskuse väärtused ning õhutemperatuurid



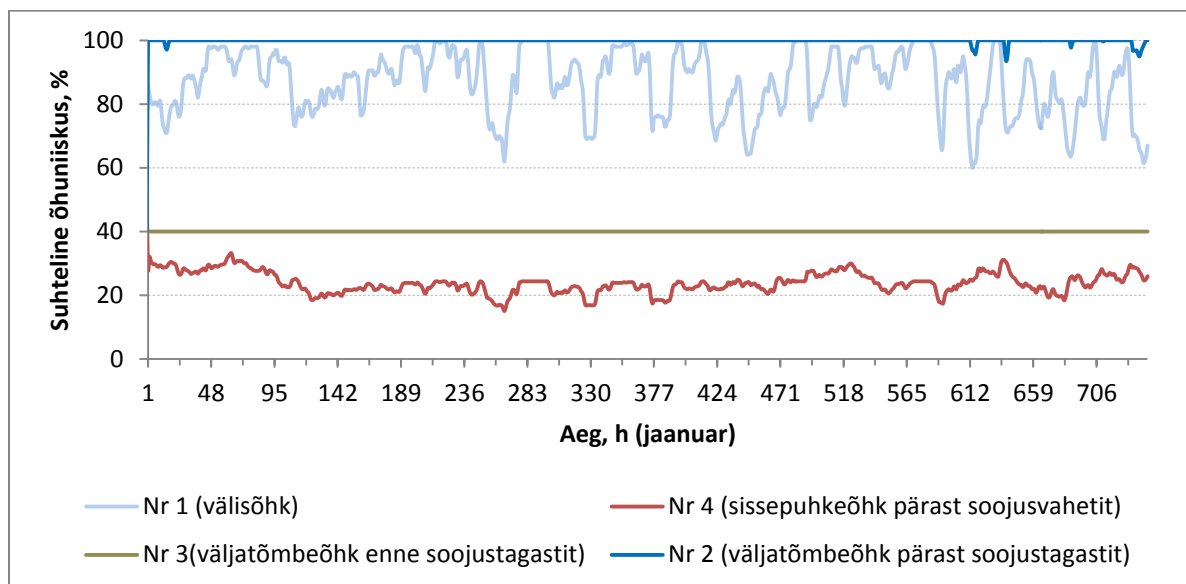
Joonis 18. Type667b sissepuhkeõhu ja väljatõmbeõhu arvutuslikud temperatuurid niiskustagastuseta mudeli puhul.



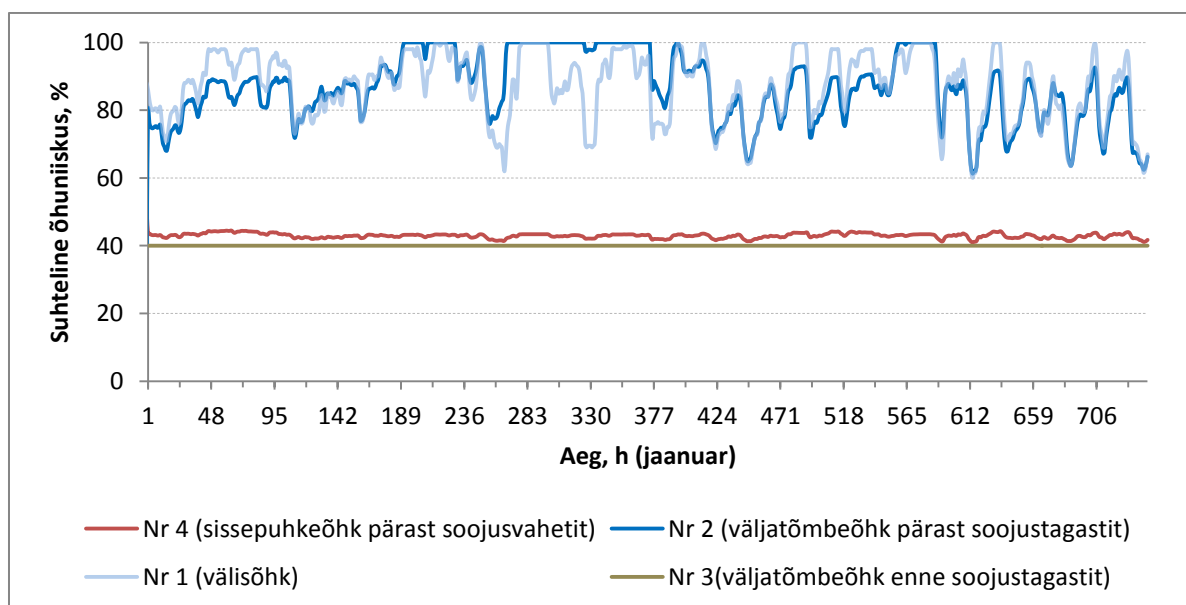
Joonis 19. Type667b sissepuhkeõhu ja väljatõmbeõhu arvutuslikud temperatuurid niiskustagastusega mudeli puhul.

Kui võrrelda joonist 18 ja joonist 19, siis näeme, et niiskustagastuseta soojustagastuse mudeli puhul on kõrgemad nr 4 (sissepuhkeõhu pärast soojusvahetit) õhutemperatuurid ehk soojustagastist siseruumi liikuva värske õhu temperatuur on kõrgem. Seda saab seletada

sellega, et niiskustagastuseta soojustagastuse mudelil on kõrgem ilmse soojustagastuse kasutegur kui niiskustagastusega soojustagastuse mudelil (93% vs 84%).



Joonis 20. Type667b sissepuhkeõhu ja väljatõmbeõhu suhtelise õhuniiskuse arvutuslikud väärtused niiskustagastuseta mudeli puhul.



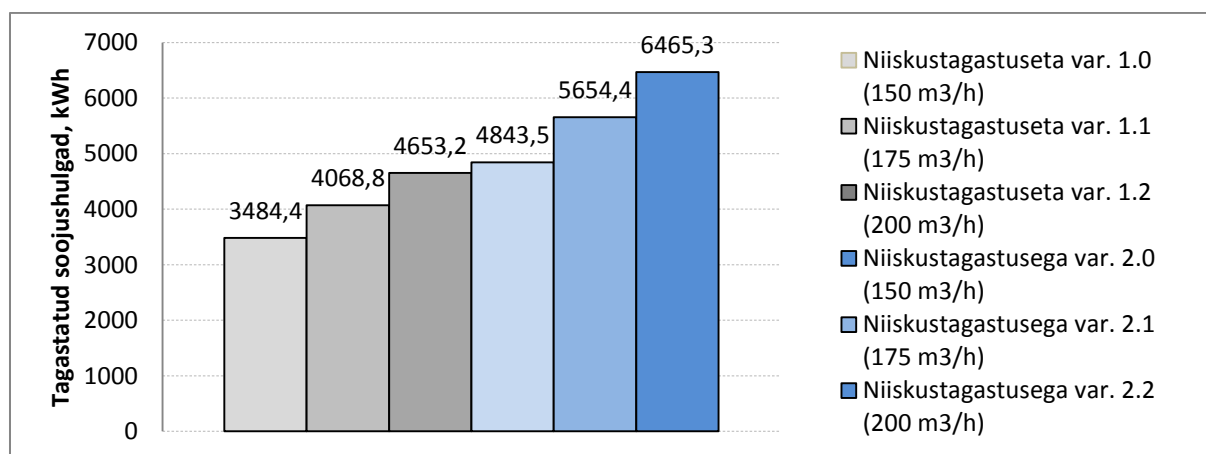
Joonis 21. Type667b sissepuhkeõhu ja väljatõmbeõhu suhtelise õhuniiskuse arvutuslikud väärtused niiskustagastusega mudeli puhul.

Võrreldes joonist 20 ja joonist 21, on näha, et niiskustagastuseta soojustagastuse mudeli puhul on nr 4 (sissepuhkeõhk pärast soojusvahetit) suhtelise õhuniiskuse väärtused tunduvalt väiksemad ja sõltuvamad välisõhu suhtelises õhuniiskuse väärtusest kui niiskustagastusega

soojustagastuse mudeli korral. Ilmse soojustagastusega mudeli korral on õhuvooluhulga nr 4 keskmine suhteline õhuniiskus 23% ja kogusoojuse soojustagastusega mudeli puhul keskmiselt 43%, mis on ligikaudu 79,2% võrra suurem väärtus võrreldes niiskustagastuseta mudeliga. Sellest tulenevalt saab TRNSYS mudeli tulemustele toetudes öelda, et niiskustagastusega soojustagasti kasutamisel on hoone sisekliima suhtelist õhuniiskust arvestades tunduvalt soodsam ja inimesesõbralikum kui niiskustagastuseta soojustagasti kasutamisel.

4.2 Ilmse ja kogusoojuse soojustagastuse tagastatud soojushulkade väärtuste varieerumine kogu kütteperioodi jooksul

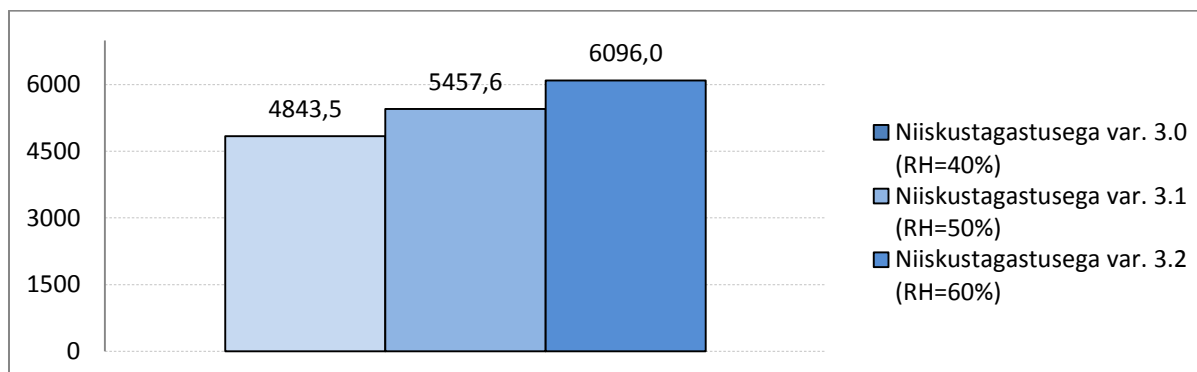
Uurimuse tulemuste II pooles analüüsitakse TRNSYS mudeli tulemusi kogu kütteperioodi ulatuses. Kütteperioodiks on võetud Tartu-Tõravere 2005. aasta kliimaandmete järgmised kuud: oktoober, november, detsember, jaanuar, veebruar ja märts. Tulemuste II pooles analüüsitakse sarnaselt näidiskuu analüüsimisele tagastatud soojushulkade väärtuste sõltuvust õhuvooluhulkadest, siseruumi suhtelisest õhuniiskusest ja varjatud soojuse tagastuse kasutegurist kogu kütteperioodi jooksul.



Joonis 22. Type667b niiskustagastuseta vs niiskustagastusega tagastatud soojushulkade arvutuslike summarsete väärtuste kWh võrdlus erinevate õhuvooluhulkade puhul kogu kütteperioodi jooksul.

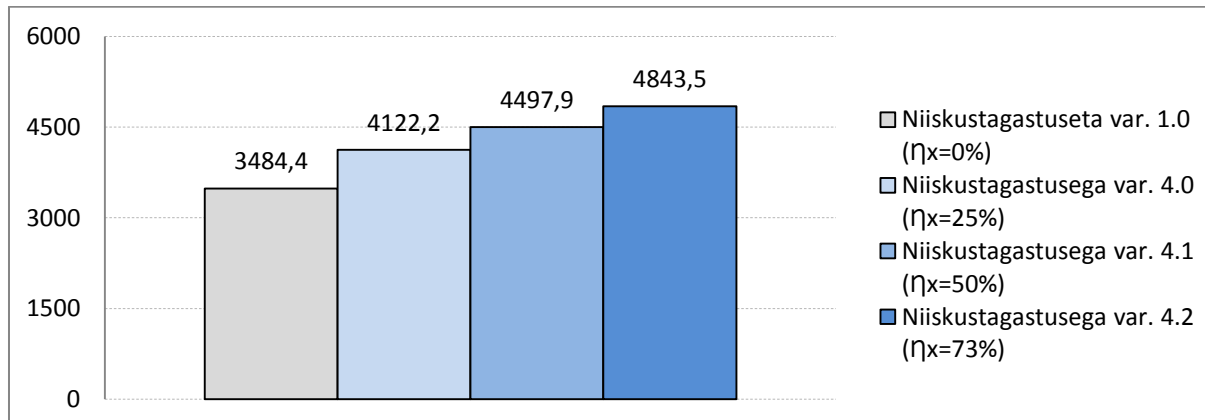
Joonisel 22 on näha sarnaselt näidiskuu jaanuar tulemustele, et niiskustagastusega soojustagastuse puhul on tagastatud soojushulkade väärtus tunduvalt suurem (39% võrra) kui samade õhuvooluhulkade (150 m³/h) juures niiskustagastuseta tagastatud soojushulkade

väärtus. Sarnane seos on ka teiste õhuvooluhulkade juures, kus niiskustagastusega soojustagastuse puhul on tagastatud soojushulkade väärtus märgatavalt suurem.



Joonis 23. Type667b niiskustagastusega tagastuse arvutuslikud summaarsed väärtused kWh kogu kütteperioodi jooksul erineva siseruumi suhtelise õhuniiskuse puhul.

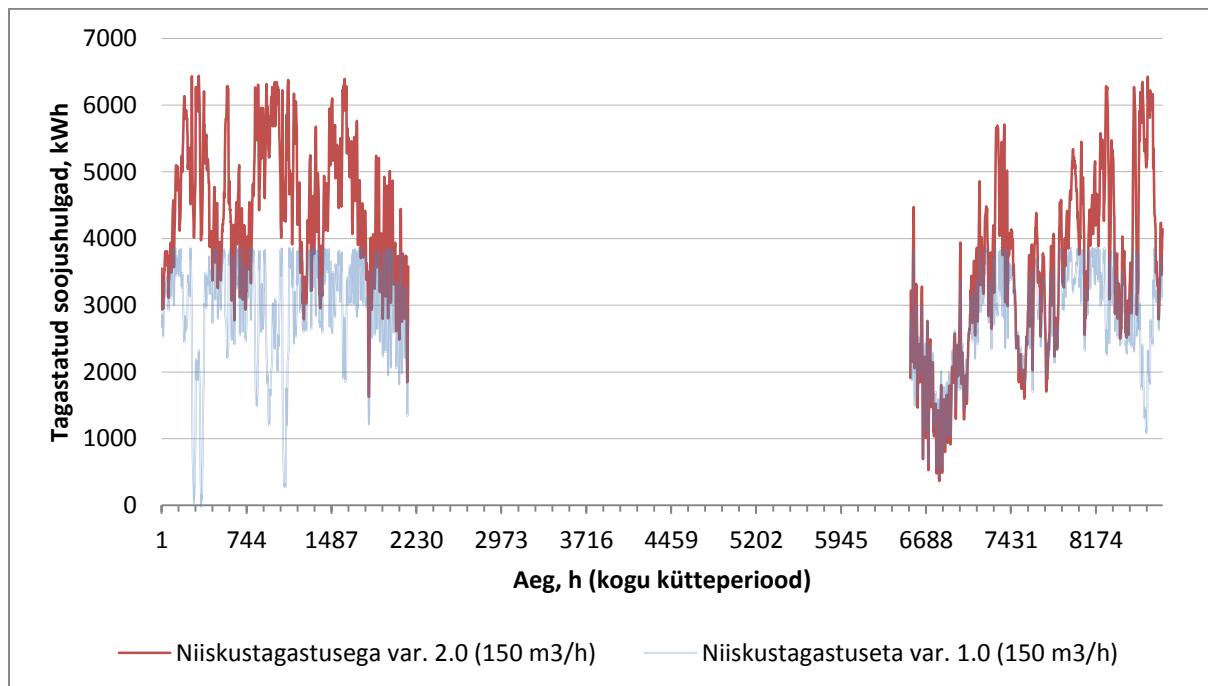
Joonisel 23 on näha, et var. 3.1 puhul on mudeli tagastatud soojushulkade väärtus var. 3.0-st 12,7% võrra suurem. Võrreldes var. 3.1 ja var. 3.2 mudeli tagastatud soojushulkade väärtusi leiame sarnase väärtuste kasvu, kus var. 3.2 väärtus on 11,7% võrra suurem.



Joonis 24. Type667b niiskustagastusega vs niiskustagastuseta tagastatud arvutuslikud summaarsed väärtused kWh kogu kütteperioodi jooksul erineva niiskustagastuse kasuteguri puhul.

Joonisel 24 on näha, et juba niiskustagastuse kasuteguri puhul $\eta_x=25\%$ (var. 4.0) on mudeli tagastatud soojushulkade väärtus 18,3% võrra suurem kui niiskustagastuseta (var. 1.0) mudeli väärtus. Niiskustagastuse kasuteguri $\eta_x=73\%$ korral (var. 4.2) on mudeli tagastatud soojushulkade väärtus 39% võrra suurem niiskustagastuseta mudeli (var. 1.0) väärtusest. Nii suur tagastatud soojushulkade vahe niiskustagastuseta ja niiskustagastusega mudeli väärtuse

vahel on tingitud niiskustagastuseta soojustagastuse mudeli (*var. 1.0*) puhul suuremast eelsoojendusele kuluvast elektrienergia kulust ja suutmatusest tagastada ruumist väljuvat väljatõmbeõhus sisaldavat varjatud soojust.



Joonis 25. Type667b niiskustagastuseta vs niiskustagastusega tagastatud arvutuslikud väärtused kWh kogu kütteperioodi jooksul (x; y) graafikul samade väli- ja sisetingimuste juures (õhuvooluhulk 150 m³/h, siseruumi RH=40%, niiskustagastuse kasutegur $\eta_x=73\%$).

Joonisel 22 välja arvatud tagastatud soojushulkade väärtuste erinevuste niiskustagastuseta ja niiskustagastusega mudelite vahe põhjal saab öelda, et kogu kütteperioodi jooksul on tagastatud soojushulkade vahe *var. 1.0* ja *var. 2.0* vahel keskmiselt 39%. See tähendab, et niiskustagastusega soojustagastuse mudeli soojustagastus kogu kütteperioodi jooksul on niiskustagastuseta soojustagastuse mudelist keskmiselt 39% tõhusam.

Joonisel 25 saab jälgida Type667b tagastatud soojushulkade väärtuste sõltuvust ajast kogu kütteperioodi jooksul. Graafiku keskel olev tühimik on periood, mil Type667b soojustagasti ei ole töös ehk kütteperioodist väljas olev periood.

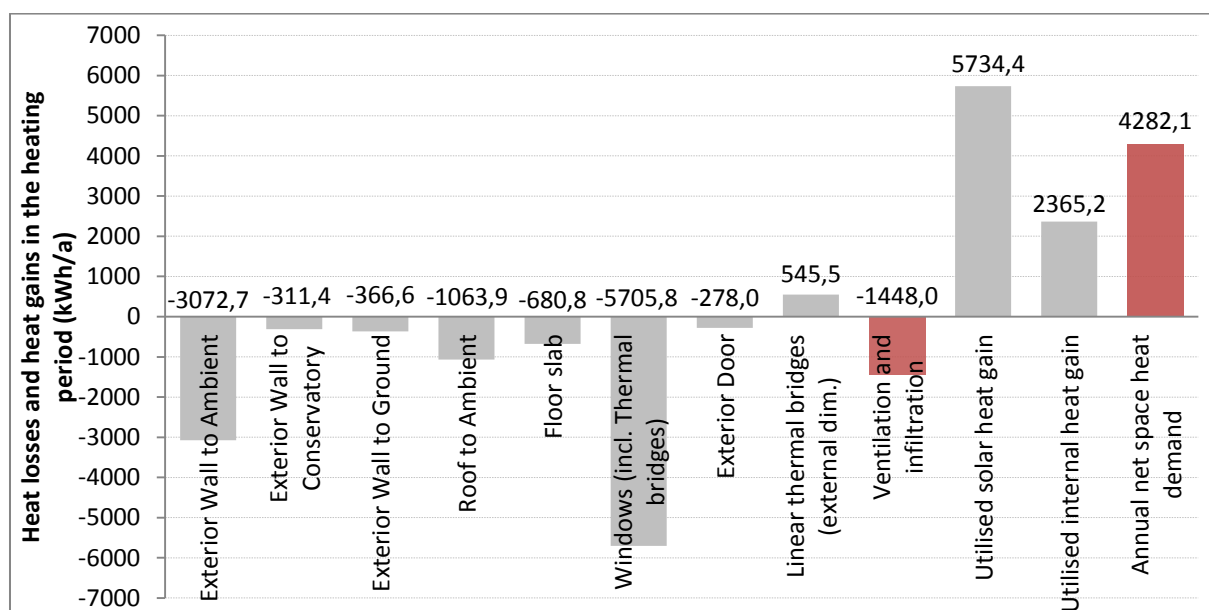
Lisaks energia kokkuhoiule niiskustagastusega mudeli rakendamisel saab parandada kütteperioodile tüüpilist sisekliima probleemi – siseruumi madalat suhtelist õhuniiskust.

4.3 Arutelu

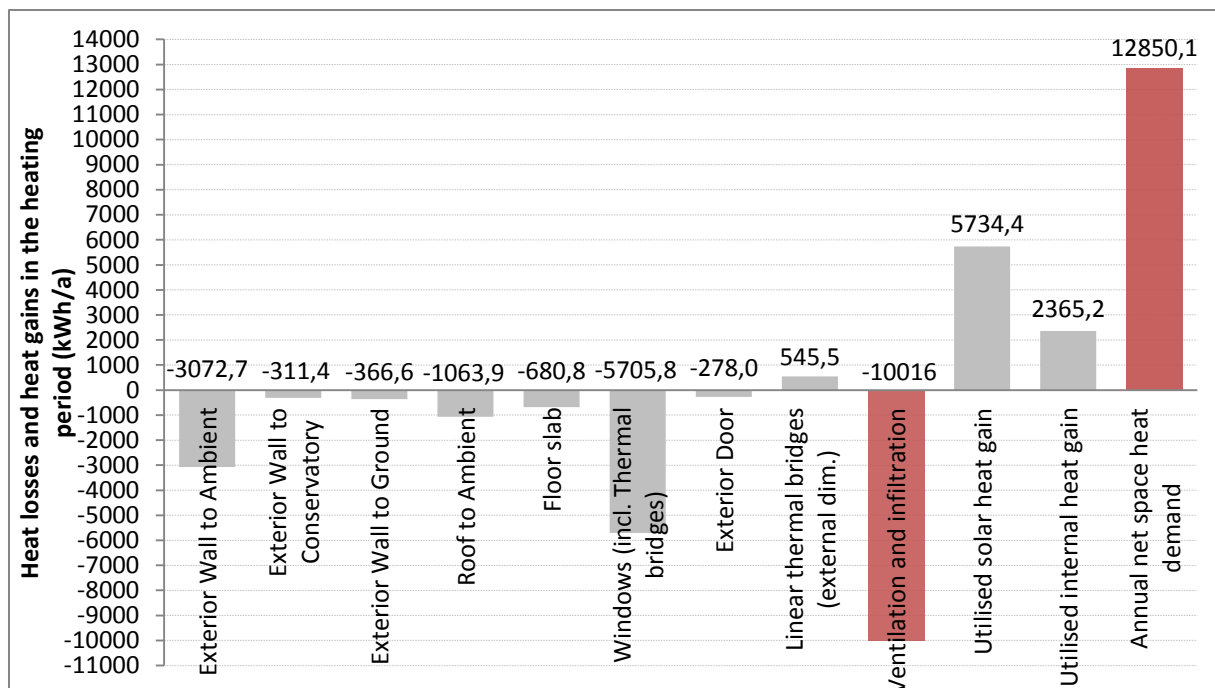
4.3.1 Eesti neto nullenergia hoone näide

Tulemuste kokkuvõtmiseks on kasutatud Põlva näiteobjekti hoonet ja tarkvara PHPP 2007 (The Passive House Planning Package 2007), et võrrelda soojustagastuseta ja soojustagastusega ventilatsioonisüsteemi kadude väärtusi. Sellega püütakse anda ülevaade soojustagastiga ventilatsioonisüsteemi tähtsusest hoone kogu energiatarbimise kontekstis ja kui palju on võimalik sel viisil energiat kokku hoida ning vähendada CO₂ paiskumist õhku.

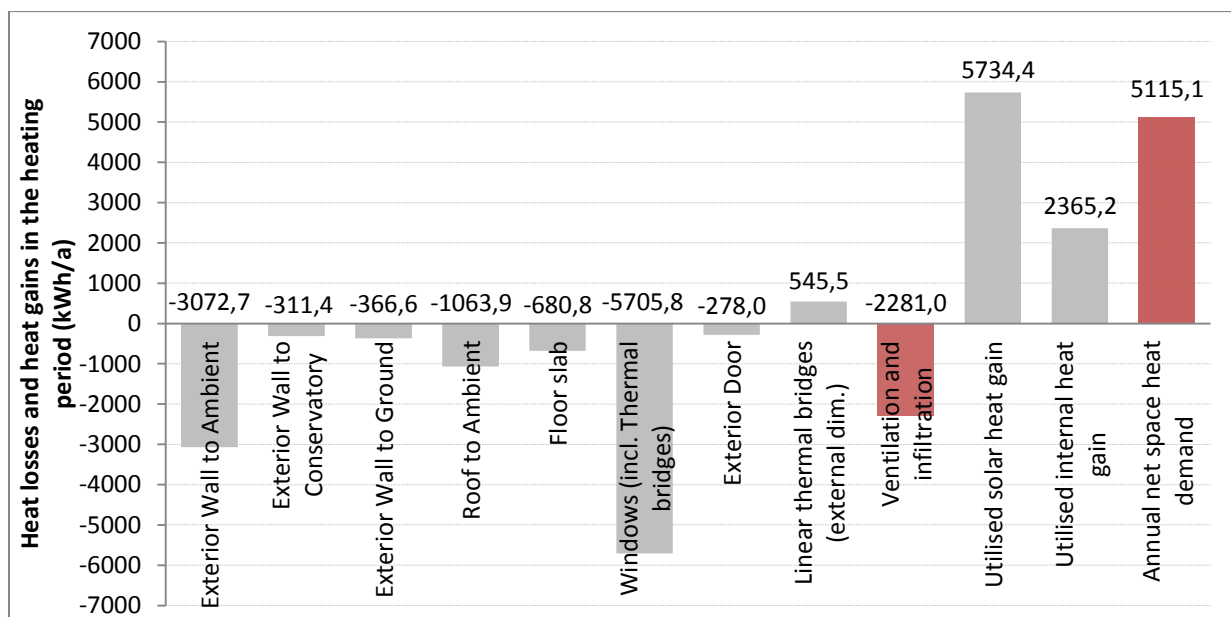
Põlva näiteobjekt on väga energiatõhus hoone, mille projekteerimisel ja ehitusel on keskendunud elanike kõrge mugavusele seejures kulutadas võimalikult vähe energiat. Näiteobjekt vastab passiivmaja kriteeriumitele (Certified Passive House).



Joonis 26. Põlva näiteobjekti soojuskaod ja soojustulu kogu kütteperioodi jooksul soojustagastusega ventilatsiooniseadme Paul Novus 300 kasutamise korral (Mauring, Reinberg et al. 2013). Soojustagastusega ventilatsiooniseadme soojustagastuse kasutegur on 92,3%.



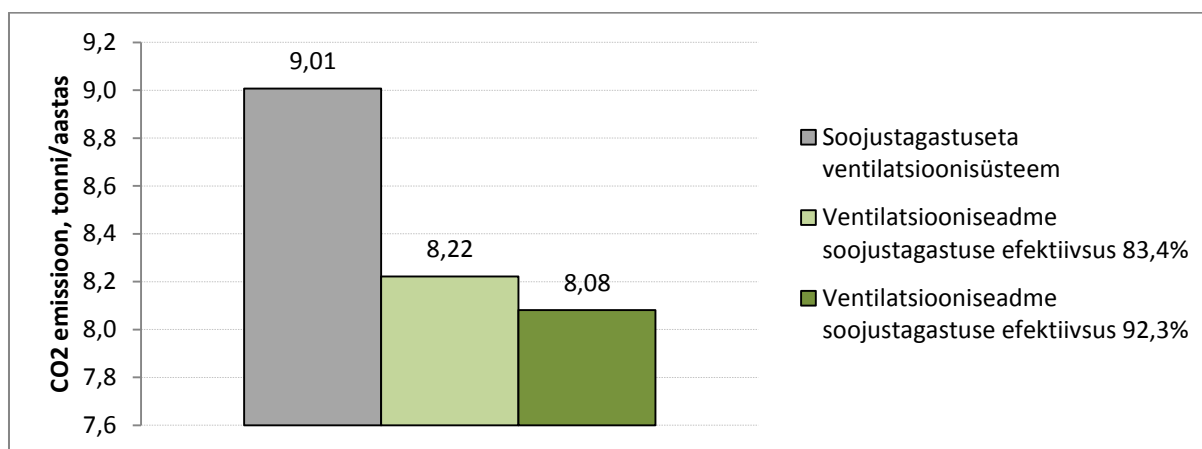
Joonis 27. Põlva näiteobjekti soojuskaod ja soojustulu kogu kütteperioodi jooksul, kui soojustagastusega ventilatsioonisüsteemi ei kasutataks.



Joonis 28. Põlva näiteobjekti soojuskaod ja soojustulu kogu kütteperioodi jooksul, kui soojustagastusega ventilatsiooniseadme soojustagastuse kasutegur oleks 83,4%.

Joonis 26 ja joonis 27 võrdlusel on näha, et soojustagastiga (kasutegur 92,3%) ventilatsiooniseadme kasutamisel on võimalik kokku hoida kuni 66,7% kütmisele kuluvast energiast võrreldes soojustagastuseta ventilatsioonisüsteemiga. Kui kasutada soojustagastit, mille soojustagastuse kasutegur on 83,4% (Joonis 28.), siis saame kogu kütteperioodi

kütmisele kuluvast energiast kokku hoida 60,2% võrreldes soojustagastuseta ventilatsioonisüsteemi energiakuluga (Joonis 27.).



Joonis 29. Põlva näiteobjekti aastane CO₂ emissioon atmosfääri (kütmine, jahutamine, soe vesi, kogu elektrikulu).

Joonisel 29 on näha, et soojustagastiga ventilatsiooniseadme kasutamisel, mille kasutegur on 92,3%, vähendatakse aasta CO₂ emissiooni tervelt 0,93 tonni ehk 930 kilogrammi võrra võrreldes hoone CO₂ emissiooniga, kus ei kasutata soojustagastusega ventilatsiooniseadet.

5 Kokkuvõte

Tänapäeval keskendutakse üha enam elamute energiatõhususele ja hoone hea sisekliima tagamisele. Energia hind on pidevalt kallinenud ja see sunnib vähendama hoonete kasutuskulusid. Aina rohkem leidub Eestis inimesi, kes kasutavad teadlikumalt energiat ja erinevaid tulevikukindlaid lahendusi hoonete efektiivseks majandamiseks.

Üheks suurimaks hoone soojuskaoks välispiirete kõrval on ventilatsiooni kaudu kaduma läinud energiahulk. Ventilatsioonisüsteemi tõhusus energiatõhusa hoone projekteerimisel on olulisel kohal, sest ligikaudu kolmandik elamu soojusenergiast läheb ventilatsioonisüsteemi kaudu kaduma (Valge M. 2008). Lisaks energia kokkuhoiule saab külma kliimaga piirkondades niiskustagastusega soojustagasti abil parandada hoone sisekliimat perioodidel, mil hoone suhteline õhuniiskus langeb soovitud tasemest allapoole. Selline probleem esineb tavaliselt kütteperioodil, mil hoonesse toodud värske õhu suhteline õhuniiskus on madal.

Uurimistöö tulemuste I ja II pooles analüüsiti vastavalt kütteperioodi näidiskuu jaanuari (I) ja kogu kütteperioodi (II) põhjal TRNSYS Type667b soojustagasti tagastatud soojushulkade väärtusi niiskustagastuseta ja niiskustagastusega soojustagastuse puhul varieerides mudeli õhuvooluhulkasid, siseruumi suhtelist õhuniiskust ning varjatud soojustagastuse kasutegurit. Lisaks energiatagastusele uuriti TRNSYS mudeli abil hoone sisekliima võimalikku kujunemist ja välisõhu eelsoojendusele kuluvat energiahulka sõltuvalt soojustagastuse tüübist (niiskustagastusega vs niiskustagastuseta). TRNSYS mudeli tulemustest selgus, et niiskustagastusega soojustagasti mudeli korral on tagastatud soojushulkade arvutuslik väärtus samade tingimuste juures näidiskuu jaanuaris 51,6% ja kogu kütteperioodi vältel keskmiselt 39% võrra suurem kui niiskustagastuseta soojustagasti mudeli puhul. Samuti leiti, et suurimat mõju mudeli tagastatud soojushulkade väärtustele nii niiskustagastuseta kui ka niiskustagastusega soojustagastuse puhul avaldab õhuvooluhulkade varieerimine. TRNSYS niiskustagastuseta mudeli välisõhu eelsoojendusele kuluv energiahulk jaanuaris oli 73,2% võrra suurem kui niiskustagastusega mudeli korral. Type667b sisenevate ja väljuvate õhuvooluhulkade analüüsil selgus, et niiskustagastusega mudeli korral on siseruumi toodava värske õhu suhteline õhuniiskus keskmiselt 79,2% võrra suurema väärtusega (43% vs 23%) kui niiskustagastuseta mudeli puhul, mis viitab tunduvalt parema sisekliimale kujunemisele.

Uurimistöö arutelu antakse ülevaade soojustagastiga ventilatsioonisüsteemi tähtsusest hoone kogu energiatarbimise kontekstis ja kui palju on võimalik sel viisil energiat kokku hoida ning vähendada CO₂ paiskumist õhku Põlva näiteobjekti põhjal. Selgus, et ventilatsiooniseadme kasutamisel, mille soojustagastuse kasutegur on 92,3%, hoitakse antud hoone puhul kokku kuni 66,7% kütmisele kuluvast energiast võrreldes soojustagastuseta ventilatsioonisüsteemi energiakuluga. Samuti tuli välja, et 92,3%-se soojustagastusega ventilatsiooniseadme kasutamisel väheneb Põlva näiteobjekti aasta kogu CO₂ emissioon 9,01 tonnilt 8,08 tonnile ehk 10,3% võrra võrreldes soojustagastuseta ventilatsioonisüsteemi kasutamisega.

Kokkuvõtvalt saab öelda, et TRNSYS Type667 tulemused meie kliimas olid ettearvamatud, sest uurimistöö tulemustest selgub, et niiskustagastusega soojustagasti mudeli korral on tagastatud soojushulkade väärtus kogu kütteperioodi jooksul keskmiselt 39% võrra suurem kui niiskustagastuseta soojustagasti mudeli puhul. Lisaks energia kokkuhoiule viitasid niiskustagastusega soojustagasti Type667 tulemused parema hoone sisekliima kujunemisele suhtelise õhuniiskuse arvelt võrreldes niiskustagastuseta mudeliga.

SA Archimedese projekti „Hoonete keskkonnamõju vähendamine läbi energiatõhususe parandamise läbi“ raames on kavas korraldada niiskustagastuseta ja niiskustagastusega soojustagasti mõõtmised kliimakambris, kus uuritakse ning võrreldakse nende tagastatud soojushulkade väärtusi kindlate tingimuste juures (T. Mäuringu suulistel andmetel).

6 Summary

THE PERFORMANCE OF A TRNSYS TYPE667 AIR-TO-AIR HEAT RECOVERY DEVICE IN ESTONIAN CLIMATE

Nowadays, more and more attention is paid to the energy efficiency of buildings and ensuring good indoor air quality. The price of energy has increased constantly, forcing people to cut down on the operation expenses of buildings. A growing number of people in Estonia are using energy more consciously and are looking for various solutions for the efficient management of buildings in the future.

In addition to heat lost via external borders, a significant amount of energy is also lost through the HVAC system. The efficiency of the HVAC system is very important when it comes to designing a house, since approximately a third of the thermal energy of a building is lost via ventilation (Valge M. 2008). Apart from energy savings, people living in colder climates can use enthalpy exchangers to improve the indoor air quality in a building at times when the relative humidity of the building drops below the desired level. Such a problem is usually encountered during the heating period, when the relative humidity of the fresh air guided into the building is low.

The 1st and 2nd part of the paper analysed the values of the heat recovered by the TRNSYS Type667b heat recovery device in case of an enthalpy exchanger and a heat exchanger without moisture recovery while varying the airflow rate, the relative indoor humidity and the energy conversion efficiency of latent heat recovery in the model. The analysis was based on the example month of the heating period i.e. January (1st) and the entire heating period (2nd). In addition to energy recovery, the TRNSYS model was used to study the potential formation of indoor air quality in the building and the amount of energy needed to pre-heat outside air depending on the type of the heat recovery device (enthalpy exchanger vs. a heat exchanger without moisture recovery). The results of the TRNSYS model revealed that in case of an enthalpy exchanger, the calculated value of the heat recovered under the same conditions was an average of 51.6% higher during the example month of January and 39% higher during the entire heating period than it was in case of a heat exchanger without moisture recovery. It was also found that both in case of an enthalpy exchanger and a heat exchanger without moisture

recovery, varying the airflow rate had the greatest impact on the amount of the heat recovered. In January, the amount of energy required for pre-heating in case of the TRNSYS heat exchanger without moisture recovery was 73.2% greater than in case of the enthalpy. Analysing the incoming and outgoing airflow rate of Type667b it appeared that in case of the enthalpy exchanger, the relative humidity of the fresh air brought indoors has a value that is an average of 79.2% higher than in case of the heat exchanger without moisture recovery (43% vs. 23%), which refers to the possibility of significantly improved indoor air quality.

The discussion part of the study gives an overview of the importance of a ventilation system with heat recovery in the overall energy consumption of a building as well as the amount of energy that can be saved and the CO₂ emission that can be decreased on the basis of the demo site in Põlva. It was found that in case of this specific building, the use of a ventilation device with a 92.3% energy conversion efficiency of heat recovery saves up to 66.7% of the energy required for heating compared to the energy use of a ventilation system without heat recovery. Moreover, it was found that the use of a 92.3% heat recovery ventilation system decreases the total annual CO₂ emission of the demo site in Põlva from 9.01 tonnes to 8.08 tonnes (i.e. by 10.3%) compared to a ventilation system without heat recovery.

In conclusion, it can be said that the results of the TRNSYS Type667 in our climate were unforeseeable, as the results of the paper reveal that in case of the enthalpy exchanger, the value of recovered heat during the entire heating period was an average of 39% higher than in case of the heat exchanger without moisture recovery. In addition to energy savings, the results of the Type667 enthalpy exchanger referred to improved indoor air quality on account of relative humidity compared to the heat exchanger without moisture recovery.

There are plans to organise measurements of an enthalpy exchanger and a heat exchanger without moisture recovery under the Archimedes Foundation project “Decreasing the Environmental Impact of Buildings by Improving their Energy Efficiency”. The measurements would take place in a climate chamber, where the values of recovered heat would be studied and compared under specific conditions (oral information obtained from T. Mäuring).

7 Tänuavaldused

Soovin tänada oma juhendajat, Tõnu Muring't, kes aitas ja suunas mind kogu bakalaureusetöö valmimise käigus.

8 Kasutatud kirjanduse loetelu

1. Angelstok, F. (2006). "Ventilatsiooni alused." Sisekaitseakadeemia.
2. ASHRAE, h. (1996). "HVAC systems and equipment." American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers, Atlanta, GA.
3. Freund, S., S. A. Klein and D. T. Reindl (2003). "A semi-empirical method to estimate enthalpy exchanger performance and a comparison of alternative frost control strategies." Hvac&R Research **9**(4): 493-508.
4. Iraragorri, J., Y.-X. Tao and S. Jia (2004). "Review article: A critical review of properties and models for frost formation analysis." HVAC&R Research **10**(4): 393-420.
5. Kim, K. and K. S. Lee (2012). "Characteristics and performance evaluation of surface-treated louvered-fin heat exchangers under frosting and wet conditions." International Journal of Heat and Mass Transfer **55**(23-24): 6676-6681.
6. Kragh, J., J. Rose, T. R. Nielsen and S. Svendsen (2007). "New counter flow heat exchanger designed for ventilation systems in cold climates." Energy and Buildings **39**(11): 1151-1158.
7. Kragh, J., J. Rose and S. Svendsen (2005). "Mechanical ventilation with heat recovery in cold climates." Proceedings of 7th Symposium on Building Physics in the Nordic Countries.
8. Mauring, T.; Reinberg, GW.; Hallik, J.; Valge, M.; Kalbe, K. (2013). A prototype architecture for passive and plus energy building in Estonia.
9. Nielsen, T. R., J. Kragh and S. Svendsen (2008). Evaluation of a dynamic model for a cold climate counter flow air to air heat exchanger. Kgs. Lyngby, Denmark, Technical University of Denmark.
10. Nielsen, T. R., J. Rose and J. Kragh (2009). "Dynamic model of counter flow air to air heat exchanger for comfort ventilation with condensation and frost formation." Applied Thermal Engineering **29**(2-3): 462-468.
11. Nõu, T. and V. Viljasoo (2011). The effect of heating systems on dust, an indoor climate factor. International Scientific Conference Biosystems Engineering 2011, Tartu, Estonia, 12-13 May 2011., Estonian Research Institute of Agriculture.
12. Rose, J., T. R. Nielsen, J. Kragh and S. Svendsen (2008). "Quasi-steady-state model of a counter-flow air-to-air heat-exchanger with phase change." Applied Energy **85**(5): 312-325.
13. Schweizer, C., R. D. Edwards, L. Bayer-Oglesby, W. J. Gauderman, V. Ilacqua, M. J. Jantunen, H. K. Lai, M. Nieuwenhuijsen and N. Kunzli (2007). "Indoor time-

microenvironment-activity patterns in seven regions of Europe." Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology **17**(2): 170-181.

14. Seppänen, O. and M. Seppänen (1998). HOONE SISEKLIIMA KUJUNDAMINE. Tallinn, Koolibri.
15. Teodosiu, R. (2013). "Integrated moisture (including condensation) - Energy-airflow model within enclosures. Experimental validation." Building and Environment **61**: 197-209.
16. Thullner, K. (2010). "Low-energy buildings in Europe—standards, criteria and consequences—a study of nine European countries." Institutionen för bygg-och miljöteknologi 2010.
17. Zhang, L. Z. (2012). "Progress on heat and moisture recovery with membranes: From fundamentals to engineering applications." Energy Conversion and Management **63**: 173-195.

Interneti allikad:

1. Airxchange inc. Frost control strategies for Airxchange enthalpy wheels. 2005.
<http://www.airxchange.com/Collateral/Documents/English-US/Frost%20Control%20Strategies%20for%20Airxchange%20Wheels.pdf>
(02.04.2013)
2. Certified Passive House.
http://www.passiv.de/downloads/03_certification_criteria_residential_en.pdf
(18.05.2013)
3. Cross flow heat exchanger. Grundfos Pumps Pty. Ltd.
http://cbs.grundfos.com/au-nz/lexica/AC_Cross_flow_heat_exchanger.html#-
4. Energiakulu ja energiasääst hoonete ventileerimisel. 2010.
<http://www.intelivent.ee/articles/energiakulu-ja-energiasaast-hoonete-ventileerimisel-2/> (07.05.2013)
5. Enthalpy Recovery Exchangers. 2012.
http://taise.org.tw/uploadfile/file/2012T-UK%20Forum/10_Enthalpy%20recovery%20presentation%201.pdf (10.05.2013)

6. Europa. 2009. Commissioner Piebalgs welcomes political agreement on energy performance of buildings.
http://europa.eu/rapid/press-release_IP-09-1733_en.htm (15.05.2013)
7. Heating load in Passive Houses.
http://passipedia.passiv.de/passipedia_en/basics/building_physics_-_basics/heating_load (10.05.2013)
8. Indermitte E. Eluruum ja inimese tervis.
<http://www.tervemaja.ee/client/common-docs/dokumendid/artiklid/Eluruum%20ja%20inimese%20tervis%20Ene%20Indermitte.pdf> (14.03.2013)
9. Indoor climate. 2010. University of Oslo.
<http://www.uio.no/english/for-employees/employment/hse/indoor-climate/>
(14.03.2013)
10. Kerde A. 2009. Eluruumide õhutemperatuurist ja teistest sisekeskkonna parameetritest hügieeni aspektist ja seadusandlusest lähtuvalt.
http://www.terviseamet.ee/fileadmin/dok/Kasulikku/Keskkonnatervis/Ruumide_temperatuurist.pdf (12.03.2013)
11. Laht J. 2010. Hoone sisekliima ja energiatõhusus Tartu koolide ja Valga lasteaia „Kaseke“ näitel.
http://www.terviseamet.ee/fileadmin/dok/Kasulikku/Keskkonnatervis/Magtoo_sisekliima_ja_energia.pdf (14.03.2013)
12. Paul Novus F 300 PHI Certificate.
http://www.passiv.de/komponentendatenbank/files/pdf/zertifikate/zd_paul_novusf300_en.pdf (12.05.2013)
13. Tark T. Ventilatsioonisüsteemide soojustagastite kasuteguritest. Hevac OÜ.
<http://www.hevac.ee/systematic/files.php?id=8> (18.04.2013)

14. Valge. M. 2008. Hoone energiatõhususe parandamise meetodid: ühepereelamu renoveerimise näide.

http://tuitftp.ut.ee/margus/Tauri%20Toompalu/Magistrit%F6%F6_FIN_01.pdf

(25.04.2013)

Lisad

Lisa 1. Type667b sissepuhkeõhu ja väljatõmbeõhu arvutuslikud suhtelise õhuniiskuse väärtused ning õhutemperatuurid niiskustagastuseta mudeli puhul

Õhutemperatuur niiskustagastuseta					Õhutemperatuur niiskustagastusega				RH niiskustagastuseta				RH niiskustagastusega			
Aeg, h	Nr 1	Nr 4	Nr 3	Nr 2	Nr 1	Nr 4	Nr 3	Nr 2	Nr 1	Nr 4	Nr 3	Nr 2	Nr 1	Nr 4	Nr 3	Nr 2
1,00	2,00	18,73	20,00	4,55	2,00	17,12	20,00	4,90	86,00	28,09	40,00	100,00	86,00	43,38	40,00	80,31
2,00	4,50	18,89	20,00	5,73	4,50	17,50	20,00	7,01	83,00	32,03	40,00	100,00	83,00	43,57	40,00	76,12
3,00	4,30	18,88	20,00	5,64	4,30	17,48	20,00	6,84	81,00	30,84	40,00	100,00	81,00	43,30	40,00	75,08
4,00	4,10	18,87	20,00	5,55	4,10	17,45	20,00	6,67	80,00	30,06	40,00	100,00	80,00	43,14	40,00	74,65
5,00	3,95	18,86	20,00	5,48	3,95	17,42	20,00	6,54	80,00	29,76	40,00	100,00	80,00	43,11	40,00	74,79
6,00	3,85	18,85	20,00	5,43	3,85	17,41	20,00	6,46	80,50	29,75	40,00	100,00	80,50	43,15	40,00	75,18
7,00	3,75	18,85	20,00	5,38	3,75	17,39	20,00	6,38	80,50	29,56	40,00	100,00	80,50	43,13	40,00	75,27
8,00	3,65	18,84	20,00	5,34	3,65	17,38	20,00	6,29	79,50	28,99	40,00	100,00	79,50	43,00	40,00	74,77
9,00	3,55	18,84	20,00	5,29	3,55	17,36	20,00	6,21	80,00	28,98	40,00	100,00	80,00	43,03	40,00	75,16
10,00	3,60	18,84	20,00	5,31	3,60	17,37	20,00	6,25	81,00	29,44	40,00	100,00	81,00	43,15	40,00	75,71
11,00	4,10	18,87	20,00	5,55	4,10	17,45	20,00	6,67	77,50	29,12	40,00	100,00	77,50	42,85	40,00	73,14
12,00	4,65	18,92	20,00	5,80	4,65	17,54	20,00	7,13	73,50	28,63	40,00	100,00	73,50	42,49	40,00	70,21
13,00	4,95	18,94	20,00	6,06	4,95	17,59	20,00	7,38	72,50	28,80	40,00	99,60	72,50	42,42	40,00	69,33
14,00	5,25	18,96	20,00	6,34	5,25	17,64	20,00	7,63	71,00	28,76	40,00	97,71	71,00	42,29	40,00	68,15
15,00	5,35	18,96	20,00	6,43	5,35	17,65	20,00	7,71	71,00	28,95	40,00	97,09	71,00	42,31	40,00	68,06
16,00	5,10	18,94	20,00	6,20	5,10	17,61	20,00	7,51	74,00	29,69	40,00	98,65	74,00	42,63	40,00	70,12
17,00	4,75	18,92	20,00	5,85	4,75	17,55	20,00	7,21	77,00	30,20	40,00	100,00	77,00	42,92	40,00	72,25
18,00	4,50	18,90	20,00	5,73	4,50	17,51	20,00	7,01	79,00	30,48	40,00	100,00	79,00	43,11	40,00	73,69
19,00	4,30	18,88	20,00	5,64	4,30	17,48	20,00	6,84	79,50	30,27	40,00	100,00	79,50	43,12	40,00	74,17
20,00	4,05	18,87	20,00	5,52	4,05	17,44	20,00	6,63	80,00	29,96	40,00	100,00	80,00	43,13	40,00	74,69
21,00	3,80	18,85	20,00	5,41	3,80	17,40	20,00	6,42	81,00	29,84	40,00	100,00	81,00	43,19	40,00	75,53
22,00	3,55	18,84	20,00	5,29	3,55	17,36	20,00	6,21	80,50	29,16	40,00	100,00	80,50	43,09	40,00	75,46
23,00	3,30	18,82	20,00	5,17	3,30	17,33	20,00	5,99	77,50	27,61	40,00	100,00	77,50	42,71	40,00	73,91
24,00	3,05	18,81	20,00	5,05	3,05	17,29	20,00	5,78	76,00	26,62	40,00	100,00	76,00	42,51	40,00	73,26
25,00	2,75	18,79	20,00	4,91	2,75	17,25	20,00	5,53	77,00	26,44	40,00	100,00	77,00	42,58	40,00	74,18
26,00	2,40	18,76	20,00	4,74	2,40	17,19	20,00	5,24	80,50	27,00	40,00	100,00	80,50	42,89	40,00	76,63
27,00	2,10	18,74	20,00	4,60	2,10	17,13	20,00	4,99	86,00	28,29	40,00	100,00	86,00	43,40	40,00	80,20
28,00	1,85	18,72	20,00	4,48	1,85	17,09	20,00	4,78	88,00	28,46	40,00	100,00	88,00	43,56	40,00	81,64
29,00	1,60	18,70	20,00	4,36	1,60	17,05	20,00	4,57	88,00	27,99	40,00	100,00	88,00	43,51	40,00	81,92
30,00	1,40	18,69	20,00	4,26	1,40	17,02	20,00	4,40	88,50	27,77	40,00	100,00	88,50	43,52	40,00	82,44
31,00	1,20	18,68	20,00	4,17	1,20	16,99	20,00	4,23	89,00	27,55	40,00	100,00	89,00	43,54	40,00	82,95
32,00	1,05	18,67	20,00	4,09	1,05	16,97	20,00	4,11	88,50	27,11	40,00	100,00	88,50	43,46	40,00	82,84
33,00	0,90	18,66	20,00	4,02	0,90	16,95	20,00	3,98	88,00	26,69	40,00	100,00	88,00	43,39	40,00	82,73
34,00	0,85	18,65	20,00	4,00	0,85	16,94	20,00	3,94	89,00	26,90	40,00	100,00	89,00	43,48	40,00	83,36
35,00	1,15	18,67	20,00	4,14	1,15	16,99	20,00	4,19	88,00	27,14	40,00	100,00	88,00	43,43	40,00	82,43
36,00	1,55	18,70	20,00	4,34	1,55	17,05	20,00	4,53	86,50	27,41	40,00	100,00	86,50	43,35	40,00	81,10
37,00	1,85	18,72	20,00	4,48	1,85	17,10	20,00	4,78	84,50	27,32	40,00	100,00	84,50	43,21	40,00	79,59
38,00	2,00	18,73	20,00	4,55	2,00	17,12	20,00	4,90	82,00	26,78	40,00	100,00	82,00	42,98	40,00	77,95
39,00	1,95	18,73	20,00	4,53	1,95	17,11	20,00	4,86	84,00	27,34	40,00	100,00	84,00	43,17	40,00	79,18
40,00	1,70	18,71	20,00	4,41	1,70	17,07	20,00	4,65	87,00	27,85	40,00	100,00	87,00	43,43	40,00	81,22
41,00	1,45	18,69	20,00	4,29	1,45	17,03	20,00	4,44	88,50	27,86	40,00	100,00	88,50	43,53	40,00	82,38
42,00	1,35	18,68	20,00	4,24	1,35	17,01	20,00	4,36	91,00	28,46	40,00	100,00	91,00	43,76	40,00	83,95
43,00	1,25	18,68	20,00	4,19	1,25	17,00	20,00	4,28	90,50	28,11	40,00	100,00	90,50	43,69	40,00	83,77
44,00	1,10	18,67	20,00	4,12	1,10	16,98	20,00	4,15	90,50	27,83	40,00	100,00	90,50	43,66	40,00	83,94
45,00	0,95	18,65	20,00	4,04	0,95	16,95	20,00	4,03	95,50	29,08	40,00	100,00	95,50	44,11	40,00	87,02
46,00	0,85	18,64	20,00	4,00	0,85	16,93	20,00	3,94	98,00	29,64	40,00	100,00	98,00	44,33	40,00	88,58
47,00	0,70	18,63	20,00	3,92	0,70	16,91	20,00	3,82	97,50	29,19	40,00	100,00	97,50	44,25	40,00	88,46
48,00	0,35	18,61	20,00	3,75	0,35	16,85	20,00	3,52	97,50	28,50	40,00	100,00	97,50	44,18	40,00	88,87
49,00	0,35	18,61	20,00	3,75	0,35	16,85	20,00	3,52	98,00	28,64	40,00	100,00	98,00	44,22	40,00	89,16
50,00	0,60	18,63	20,00	3,87	0,60	16,89	20,00	3,73	98,00	29,14	40,00	100,00	98,00	44,27	40,00	88,87
51,00	0,65	18,63	20,00	3,90	0,65	16,90	20,00	3,78	98,00	29,24	40,00	100,00	98,00	44,29	40,00	88,81
52,00	0,65	18,63	20,00	3,90	0,65	16,90	20,00	3,78	97,50	29,09	40,00	100,00	97,50	44,24	40,00	88,52
53,00	0,65	18,63	20,00	3,90	0,65	16,90	20,00	3,77	97,00	28,94	40,00	100,00	97,00	44,19	40,00	88,23
54,00	0,75	18,64	20,00	3,95	0,75	16,91	20,00	3,86	97,50	29,29	40,00	100,00	97,50	44,26	40,00	88,40
55,00	0,80	18,64	20,00	3,97	0,80	16,92	20,00	3,90	98,00	29,54	40,00	100,00	98,00	44,32	40,00	88,64
56,00	0,85	18,64	20,00	4,00	0,85	16,93	20,00	3,94	98,00	29,64	40,00	100,00	98,00	44,33	40,00	88,58
57,00	0,90	18,64	20,00	4,02	0,90	16,94	20,00	3,99	98,00	29,74	40,00	100,00	98,00	44,34	40,00	88,52
58,00	1,00	18,65	20,00	4,07	1,00	16,95	20,00	4,07	98,00	29,94	40,00	100,00	98,00	44,36	40,00	88,41
59,00	1,55	18,69	20,00	4,34	1,55	17,03	20,00	4,53	97,50	30,93	40,00	100,00	97,50	44,44	40,00	87,53
60,00	2,30	18,74	20,00	4,70	2,30	17,15	20,00	5,17	95,50	31,86	40,00	100,00	95,50	44,41	40,00	85,60
6																

79,00	0,00	18,59	20,00	3,58	0,00	16,80	20,00	3,23	98,00	27,96	40,00	100,00	98,00	44,16	40,00	89,58
80,00	-0,10	18,58	20,00	3,53	-0,10	16,78	20,00	3,14	98,00	27,76	40,00	100,00	98,00	44,14	40,00	89,68
81,00	-0,15	18,58	20,00	3,50	-0,15	16,78	20,00	3,10	98,00	27,65	40,00	100,00	98,00	44,12	40,00	89,72
82,00	-0,15	18,58	20,00	3,50	-0,15	16,78	20,00	3,10	98,00	27,65	40,00	100,00	98,00	44,12	40,00	89,72
83,00	0,30	18,61	20,00	3,73	0,30	16,85	20,00	3,48	95,00	27,67	40,00	100,00	95,00	43,94	40,00	87,49
84,00	1,15	18,67	20,00	4,14	1,15	16,98	20,00	4,19	90,00	27,76	40,00	100,00	90,00	43,62	40,00	83,59
85,00	1,85	18,72	20,00	4,48	1,85	17,09	20,00	4,78	87,50	28,30	40,00	100,00	87,50	43,51	40,00	81,35
86,00	2,15	18,74	20,00	4,63	2,15	17,14	20,00	5,03	87,50	28,88	40,00	100,00	87,50	43,56	40,00	81,03
87,00	2,10	18,73	20,00	4,60	2,10	17,13	20,00	4,99	87,00	28,62	40,00	100,00	87,00	43,50	40,00	80,79
88,00	1,75	18,71	20,00	4,43	1,75	17,08	20,00	4,69	86,50	27,79	40,00	100,00	86,50	43,39	40,00	80,87
89,00	1,35	18,69	20,00	4,24	1,35	17,02	20,00	4,36	85,50	26,73	40,00	100,00	85,50	43,22	40,00	80,74
90,00	1,05	18,67	20,00	4,09	1,05	16,97	20,00	4,10	87,00	26,65	40,00	100,00	87,00	43,32	40,00	81,97
91,00	0,75	18,64	20,00	3,95	0,75	16,92	20,00	3,86	92,50	27,77	40,00	100,00	92,50	43,79	40,00	85,51
92,00	0,45	18,62	20,00	3,80	0,45	16,87	20,00	3,60	94,50	27,80	40,00	100,00	94,50	43,92	40,00	87,02
93,00	0,20	18,60	20,00	3,68	0,20	16,83	20,00	3,39	95,00	27,48	40,00	100,00	95,00	43,92	40,00	87,61
94,00	-0,05	18,59	20,00	3,55	-0,05	16,79	20,00	3,18	96,00	27,30	40,00	100,00	96,00	43,97	40,00	88,50
95,00	-0,35	18,57	20,00	3,40	-0,35	16,75	20,00	2,93	95,50	26,52	40,00	100,00	95,50	43,85	40,00	88,44
96,00	-0,65	18,55	20,00	3,25	-0,65	16,70	20,00	2,68	97,00	26,31	40,00	100,00	97,00	43,91	40,00	89,53
97,00	-0,95	18,53	20,00	3,10	-0,95	16,66	20,00	2,42	96,50	25,56	40,00	100,00	96,50	43,80	40,00	89,49
98,00	-1,25	18,52	20,00	2,95	-1,25	16,62	20,00	2,17	93,50	24,18	40,00	100,00	93,50	43,49	40,00	88,09
99,00	-1,50	18,50	20,00	2,83	-1,50	16,58	20,00	1,96	93,50	23,70	40,00	100,00	93,50	43,44	40,00	88,33
100,00	-1,75	18,49	20,00	2,70	-1,75	16,54	20,00	1,75	93,50	23,24	40,00	100,00	93,50	43,40	40,00	88,58
101,00	-1,95	18,48	20,00	2,60	-1,95	16,51	20,00	1,58	93,00	22,75	40,00	100,00	93,00	43,32	40,00	88,51
102,00	-2,05	18,47	20,00	2,57	-2,05	16,49	20,00	1,49	94,50	23,03	40,00	100,00	94,50	43,42	40,00	89,44
103,00	-2,20	18,47	20,00	2,57	-2,20	16,47	20,00	1,37	94,50	23,03	40,00	100,00	94,50	43,40	40,00	89,60
104,00	-2,30	18,47	20,00	2,57	-2,30	16,46	20,00	1,28	92,50	22,53	40,00	100,00	92,50	43,23	40,00	88,62
105,00	-2,35	18,47	20,00	2,57	-2,35	16,45	20,00	1,24	93,00	22,66	40,00	100,00	93,00	43,26	40,00	88,95
106,00	-2,15	18,47	20,00	2,57	-2,15	16,48	20,00	1,41	92,50	22,53	40,00	100,00	92,50	43,25	40,00	88,45
107,00	-0,80	18,55	20,00	3,18	-0,80	16,69	20,00	2,54	87,00	23,30	40,00	100,00	87,00	43,03	40,00	84,02
108,00	1,05	18,68	20,00	4,09	1,05	16,98	20,00	4,10	80,50	24,65	40,00	100,00	80,50	42,70	40,00	78,19
109,00	2,25	18,76	20,00	4,67	2,25	17,17	20,00	5,11	75,00	24,90	40,00	100,00	75,00	42,30	40,00	73,54
110,00	2,75	18,79	20,00	4,91	2,75	17,25	20,00	5,53	73,00	25,06	40,00	100,00	73,00	42,16	40,00	71,80
111,00	2,50	18,78	20,00	4,79	2,50	17,21	20,00	5,32	74,50	25,15	40,00	100,00	74,50	42,28	40,00	72,96
112,00	1,65	18,72	20,00	4,38	1,65	17,08	20,00	4,60	77,50	24,71	40,00	100,00	77,50	42,48	40,00	75,71
113,00	0,95	18,67	20,00	4,04	0,95	16,97	20,00	4,01	79,00	24,02	40,00	100,00	79,00	42,55	40,00	77,44
114,00	0,65	18,66	20,00	3,90	0,65	16,92	20,00	3,76	77,00	22,93	40,00	100,00	77,00	42,33	40,00	76,66
115,00	0,35	18,64	20,00	3,75	0,35	16,88	20,00	3,50	76,00	22,17	40,00	100,00	76,00	42,22	40,00	76,48
116,00	0,05	18,62	20,00	3,60	0,05	16,83	20,00	3,25	76,50	21,87	40,00	100,00	76,50	42,24	40,00	77,18
117,00	-0,25	18,60	20,00	3,45	-0,25	16,79	20,00	3,00	79,00	22,08	40,00	100,00	79,00	42,43	40,00	78,95
118,00	-0,60	18,57	20,00	3,28	-0,60	16,73	20,00	2,71	81,00	22,03	40,00	100,00	81,00	42,55	40,00	80,43
119,00	-0,95	18,55	20,00	3,10	-0,95	16,68	20,00	2,41	80,50	21,30	40,00	100,00	80,50	42,46	40,00	80,51
120,00	-1,25	18,53	20,00	2,95	-1,25	16,63	20,00	2,16	81,00	20,93	40,00	100,00	81,00	42,47	40,00	81,12
121,00	-1,60	18,51	20,00	2,77	-1,60	16,58	20,00	1,86	80,00	20,10	40,00	100,00	80,00	42,35	40,00	80,96
122,00	-2,00	18,49	20,00	2,57	-2,00	16,52	20,00	1,52	77,00	18,74	40,00	100,00	77,00	42,08	40,00	79,80
123,00	-2,40	18,49	20,00	2,57	-2,40	16,46	20,00	1,18	76,00	18,49	40,00	100,00	76,00	41,98	40,00	79,78
124,00	-2,85	18,49	20,00	2,57	-2,85	16,40	20,00	0,80	76,50	18,61	40,00	100,00	76,50	42,00	40,00	80,67
125,00	-3,20	18,49	20,00	2,57	-3,20	16,34	20,00	0,51	78,50	19,10	40,00	100,00	78,50	42,12	40,00	82,25
126,00	-3,45	18,49	20,00	2,57	-3,45	16,30	20,00	0,30	78,50	19,10	40,00	100,00	78,50	42,12	40,00	82,62
127,00	-3,70	18,49	20,00	2,57	-3,70	16,27	20,00	0,09	78,50	19,10	40,00	100,00	78,50	42,11	40,00	83,00
128,00	-3,90	18,49	20,00	2,57	-3,90	16,23	20,00	-0,08	79,50	19,35	40,00	100,00	79,50	42,17	40,00	83,86
129,00	-4,10	18,48	20,00	2,57	-4,10	16,20	20,00	-0,25	82,50	20,08	40,00	100,00	82,50	42,36	40,00	85,89
130,00	-4,10	18,48	20,00	2,57	-4,10	16,20	20,00	-0,25	84,50	20,57	40,00	100,00	84,50	42,50	40,00	86,93
131,00	-3,70	18,49	20,00	2,57	-3,70	16,26	20,00	0,09	82,00	19,96	40,00	100,00	82,00	42,35	40,00	84,85
132,00	-3,30	18,49	20,00	2,57	-3,30	16,32	20,00	0,43	79,50	19,35	40,00	100,00	79,50	42,19	40,00	82,93
133,00	-3,25	18,49	20,00	2,57	-3,25	16,33	20,00	0,47	80,00	19,47	40,00	100,00	80,00	42,23	40,00	83,12
134,00	-2,95	18,48	20,00	2,57	-2,95	16,37	20,00	0,72	84,00	20,45	40,00	100,00	84,00	42,53	40,00	84,84
135,00	-2,60	18,48	20,00	2,57	-2,60	16,42	20,00	1,02	85,00	20,70	40,00	100,00	85,00	42,63	40,00	84,92
136,00	-2,85	18,48	20,00	2,57	-2,85	16,39	20,00	0,81	84,00	20,45	40,00	100,00	84,00	42,54	40,00	84,70
137,00	-3,15	18,48	20,00	2,57	-3,15	16,34	20,00	0,56	84,00	20,45	40,00	100,00	84,00	42,52	40,00	85,11
138,00	-3,25	18,48	20,00	2,57	-3,25	16,33	20,00	0,47	82,50	20,08	40,00	100,00	82,50	42,40	40,00	84,45
139,00	-3,35	18,49	20,00	2,57	-3,35	16,31	20,00	0,39	82,00	19,96	40,00	100,00	82,00	42,36	40,00	84,33
140,00	-3,45	18,48	20,00	2,57	-3,45	16,30	20,00	0,30	83,50	20,33	40,00	100,00	83,50	42,46	40,00	85,27
141,00	-3,55	18,48	20,00	2,57	-3,55	16,28	20,00	0,22	84,50	20,57	40,00	100,00	84,50	42,52	40,00	85,94
142,00	-3,65	18,48	20,00	2,57	-3,65	16,26	20,00	0,13	85,50	20,82	40,00	100,00	85,50	42,59	40,00	86,62
143,00	-3,75	18,48	20,00	2,57	-3,75	16,25	20,00	0,05	84,50	20,57	40,00	100,00	84,50	42,51	40,00	86,24
144,00	-3,90	18,49	20,00	2,57	-3,90	16,23	20,00	-0,08	82,00	19,96	40,00	100,00	82,00	42,34	40,00	85,17
145,00	-3,95	18,49	20,00	2,57	-3,95	16,22	20,00	-0,12	81,50	19,84	40,00	100,00	81,50	42,30	40,00	85,02
146,00	-3,85	18,48	20,00	2,57	-3,85	16,24	20,00	-0,03	84,50	20,57	40,00	100,00	84,50	42,51	40,00	86,37
147,00	-3,70	18,48	20,00	2,57	-3,70	16,25	20,00	0,10	89,00	21,68	40,00	100,00	89,00	42,82	40,00	88,53
148,00	-3,55	18,48	20,00	2,57	-3,55	16,28	20,00	0,22	89,50	21,80	40,00	100,00	89,50	42,87	40,00	88,59
149,00	-3,40	18,48	20,00	2,57	-3,40	16,30	20,00	0,35	88,50	21,55	40,00	100,00	88,50	42,81	40,00	87,85
150,00	-3,25	18,48	20,00	2,57	-3,25	16,32	20,00	0,48	89							

168,00	-1,60	18,50	20,00	2,77	-1,60	16,57	20,00	1,87	90,50	22,76	40,00	100,00	90,50	43,18	40,00	86,77
169,00	-1,95	18,48	20,00	2,60	-1,95	16,52	20,00	1,57	89,00	21,76	40,00	100,00	89,00	43,01	40,00	86,32
170,00	-2,45	18,48	20,00	2,57	-2,45	16,44	20,00	1,15	89,00	21,68	40,00	100,00	89,00	42,95	40,00	86,90
171,00	-3,00	18,48	20,00	2,57	-3,00	16,36	20,00	0,69	90,00	21,92	40,00	100,00	90,00	42,96	40,00	88,12
172,00	-3,55	18,48	20,00	2,57	-3,55	16,27	20,00	0,22	90,00	21,92	40,00	100,00	90,00	42,90	40,00	88,85
173,00	-3,95	18,47	20,00	2,57	-3,95	16,21	20,00	-0,11	92,50	22,53	40,00	100,00	92,50	43,04	40,00	90,78
174,00	-4,25	18,47	20,00	2,57	-4,25	16,16	20,00	-0,36	95,50	23,27	40,00	100,00	95,50	43,21	40,00	93,00
175,00	-4,55	18,47	20,00	2,57	-4,55	16,12	20,00	-0,62	94,50	23,03	40,00	100,00	94,50	43,12	40,00	93,16
176,00	-4,80	18,47	20,00	2,57	-4,80	16,08	20,00	-0,83	93,50	22,78	40,00	100,00	93,50	43,04	40,00	93,22
177,00	-5,00	18,47	20,00	2,57	-5,00	16,05	20,00	-1,00	93,00	22,66	40,00	100,00	93,00	42,99	40,00	93,44
178,00	-5,05	18,47	20,00	2,57	-5,05	16,05	20,00	-1,04	91,50	22,29	40,00	100,00	91,50	42,90	40,00	92,79
179,00	-4,90	18,48	20,00	2,57	-4,90	16,07	20,00	-0,92	90,00	21,92	40,00	100,00	90,00	42,81	40,00	91,66
180,00	-4,80	18,48	20,00	2,57	-4,80	16,09	20,00	-0,83	89,50	21,80	40,00	100,00	89,50	42,79	40,00	91,16
181,00	-4,75	18,48	20,00	2,57	-4,75	16,09	20,00	-0,79	90,50	22,04	40,00	100,00	90,50	42,85	40,00	91,56
182,00	-4,35	18,47	20,00	2,57	-4,35	16,15	20,00	-0,45	91,00	22,17	40,00	100,00	91,00	42,91	40,00	90,89
183,00	-3,90	18,48	20,00	2,57	-3,90	16,22	20,00	-0,07	88,50	21,55	40,00	100,00	88,50	42,77	40,00	88,58
184,00	-4,00	18,48	20,00	2,57	-4,00	16,21	20,00	-0,16	86,00	20,94	40,00	100,00	86,00	42,60	40,00	87,49
185,00	-4,40	18,48	20,00	2,57	-4,40	16,15	20,00	-0,50	86,50	21,06	40,00	100,00	86,50	42,61	40,00	88,66
186,00	-4,75	18,48	20,00	2,57	-4,75	16,10	20,00	-0,79	87,50	21,31	40,00	100,00	87,50	42,66	40,00	90,01
187,00	-5,10	18,48	20,00	2,57	-5,10	16,05	20,00	-1,09	86,50	21,06	40,00	100,00	86,50	42,59	40,00	90,35
188,00	-5,50	18,48	20,00	2,57	-5,50	15,98	20,00	-1,43	87,00	21,19	40,00	100,00	87,00	42,61	40,00	91,62
189,00	-5,85	18,47	20,00	2,57	-5,85	15,93	20,00	-1,72	91,50	22,29	40,00	100,00	91,50	42,87	40,00	94,83
190,00	-6,20	18,47	20,00	2,57	-6,20	15,87	20,00	-2,01	95,50	23,27	40,00	100,00	95,50	43,09	40,00	97,78
191,00	-6,55	18,47	20,00	2,57	-6,55	15,82	20,00	-2,31	97,50	23,76	40,00	100,00	97,50	43,19	40,00	99,75
192,00	-6,90	18,47	20,00	2,57	-6,90	15,76	20,00	-2,61	98,00	23,88	40,00	100,00	98,00	43,21	40,00	100,00
193,00	-7,25	18,47	20,00	2,57	-7,25	15,71	20,00	-2,86	98,00	23,88	40,00	100,00	98,00	43,21	40,00	100,00
194,00	-7,60	18,47	20,00	2,57	-7,60	15,66	20,00	-3,11	98,00	23,88	40,00	100,00	98,00	43,21	40,00	100,00
195,00	-7,95	18,47	20,00	2,57	-7,95	15,60	20,00	-3,36	98,00	23,88	40,00	100,00	98,00	43,21	40,00	100,00
196,00	-8,30	18,47	20,00	2,57	-8,30	15,55	20,00	-3,61	98,00	23,88	40,00	100,00	98,00	43,22	40,00	100,00
197,00	-8,55	18,47	20,00	2,57	-8,55	15,51	20,00	-3,79	98,00	23,88	40,00	100,00	98,00	43,23	40,00	100,00
198,00	-8,70	18,47	20,00	2,57	-8,70	15,49	20,00	-3,90	98,00	23,88	40,00	100,00	98,00	43,23	40,00	100,00
199,00	-8,90	18,47	20,00	2,57	-8,90	15,46	20,00	-4,07	96,50	23,52	40,00	100,00	96,50	43,17	40,00	100,00
200,00	-9,10	18,47	20,00	2,57	-9,10	15,43	20,00	-4,22	96,00	23,39	40,00	100,00	96,00	43,16	40,00	100,00
201,00	-9,25	18,47	20,00	2,57	-9,25	15,41	20,00	-4,28	98,50	24,01	40,00	100,00	98,50	43,28	40,00	100,00
202,00	-9,25	18,47	20,00	2,57	-9,25	15,41	20,00	-4,30	97,50	23,76	40,00	100,00	97,50	43,23	40,00	100,00
203,00	-8,95	18,47	20,00	2,57	-8,95	15,46	20,00	-4,12	95,50	23,27	40,00	100,00	95,50	43,13	40,00	100,00
204,00	-8,60	18,47	20,00	2,57	-8,60	15,51	20,00	-3,90	94,50	23,03	40,00	100,00	94,50	43,06	40,00	100,00
205,00	-8,25	18,47	20,00	2,57	-8,25	15,57	20,00	-3,73	91,00	22,17	40,00	100,00	91,00	42,88	40,00	100,00
206,00	-7,65	18,48	20,00	2,57	-7,65	15,66	20,00	-3,24	87,00	21,19	40,00	100,00	87,00	42,65	40,00	97,80
207,00	-7,25	18,48	20,00	2,57	-7,25	15,72	20,00	-2,90	84,00	20,45	40,00	100,00	84,00	42,48	40,00	95,06
208,00	-7,50	18,48	20,00	2,57	-7,50	15,68	20,00	-3,11	87,00	21,19	40,00	100,00	87,00	42,65	40,00	97,33
209,00	-7,85	18,47	20,00	2,57	-7,85	15,63	20,00	-3,44	91,50	22,29	40,00	100,00	91,50	42,89	40,00	100,00
210,00	-7,90	18,47	20,00	2,57	-7,90	15,62	20,00	-3,48	91,00	22,17	40,00	100,00	91,00	42,86	40,00	100,00
211,00	-7,95	18,47	20,00	2,57	-7,95	15,61	20,00	-3,49	92,00	22,41	40,00	100,00	92,00	42,92	40,00	100,00
212,00	-8,05	18,47	20,00	2,57	-8,05	15,59	20,00	-3,52	94,00	22,90	40,00	100,00	94,00	43,02	40,00	100,00
213,00	-8,10	18,47	20,00	2,57	-8,10	15,58	20,00	-3,51	96,00	23,39	40,00	100,00	96,00	43,12	40,00	100,00
214,00	-8,15	18,47	20,00	2,57	-8,15	15,57	20,00	-3,48	99,00	24,13	40,00	100,00	99,00	43,27	40,00	100,00
215,00	-8,25	18,46	20,00	2,57	-8,25	15,56	20,00	-3,53	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,32	40,00	100,00
216,00	-8,35	18,46	20,00	2,57	-8,35	15,54	20,00	-3,60	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,32	40,00	100,00
217,00	-8,35	18,46	20,00	2,57	-8,35	15,54	20,00	-3,61	99,50	24,25	40,00	100,00	99,50	43,29	40,00	100,00
218,00	-8,25	18,47	20,00	2,57	-8,25	15,56	20,00	-3,55	99,00	24,13	40,00	100,00	99,00	43,27	40,00	100,00
219,00	-8,15	18,46	20,00	2,57	-8,15	15,57	20,00	-3,47	99,50	24,25	40,00	100,00	99,50	43,29	40,00	100,00
220,00	-8,05	18,46	20,00	2,57	-8,05	15,59	20,00	-3,39	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,31	40,00	100,00
221,00	-7,95	18,46	20,00	2,57	-7,95	15,60	20,00	-3,32	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,31	40,00	100,00
222,00	-7,85	18,46	20,00	2,57	-7,85	15,62	20,00	-3,25	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,31	40,00	100,00
223,00	-7,75	18,47	20,00	2,57	-7,75	15,63	20,00	-3,21	98,50	24,01	40,00	100,00	98,50	43,24	40,00	100,00
224,00	-7,70	18,47	20,00	2,57	-7,70	15,64	20,00	-3,24	95,50	23,27	40,00	100,00	95,50	43,08	40,00	100,00
225,00	-7,65	18,47	20,00	2,57	-7,65	15,65	20,00	-3,23	94,50	23,03	40,00	100,00	94,50	43,03	40,00	100,00
226,00	-7,45	18,47	20,00	2,57	-7,45	15,68	20,00	-3,04	96,50	23,52	40,00	100,00	96,50	43,13	40,00	100,00
227,00	-7,05	18,47	20,00	2,57	-7,05	15,74	20,00	-2,71	98,50	24,01	40,00	100,00	98,50	43,24	40,00	100,00
228,00	-6,70	18,47	20,00	2,57	-6,70	15,79	20,00	-2,47	98,00	23,88	40,00	100,00	98,00	43,22	40,00	100,00
229,00	-6,55	18,47	20,00	2,57	-6,55	15,81	20,00	-2,37	98,00	23,88	40,00	100,00	98,00	43,22	40,00	100,00
230,00	-5,45	18,47	20,00	2,57	-5,45	15,98	20,00	-1,38	94,50	23,03	40,00	100,00	94,50	43,06	40,00	95,32
231,00	-4,10	18,48	20,00	2,57	-4,10	16,19	20,00	-0,24	88,50	21,55	40,00	100,00	88,50	42,76	40,00	89,02
232,00	-4,15	18,48	20,00	2,57	-4,15	16,18	20,00	-0,28	89,50	21,80	40,00	100,00	89,50	42,82	40,00	89,65
233,00	-4,55	18,47	20,00	2,57	-4,55	16,12	20,00	-0,62	93,50	22,78	40,00	100,00	93,50	43,06	40,00	92,64
234,00	-4,60	18,47	20,00	2,57	-4,60	16,11	20,00	-0,66	94,00	22,90	40,00	100,00	94,00	43,08	40,00	93,02
235,00	-4,60	18,47	20,00	2,57	-4,60	16,11	20,00	-0,66	94,00	22,90	40,00	100,00	94,00	43,08	40,00	93,02
236,00	-4,60	18,47	20,00	2,57	-4,60	16,11	20,00	-0,66	95,00	23,15	40,00	100,00	95,00	43,15	40,00	93,53
237,00	-4,65	18,47	20,00	2,57	-4,65	16,10	20,00	-0,70	96,50	23,52	40,00	100,00	96,50	43,24	40,00	94,42
238,00	-4,70	18,47	20,00	2,57	-4,70	16,09	20,00	-0,74	97,00	23,64	40,00	100,00	97,00	43,27	40,00	94,80
239,00	-4,70	18,														

257,00	-2,10	18,49	20,00	2,57	-2,10	16,51	20,00	1,43	74,00	18,00	40,00	100,00	74,00	41,84	40,00	78,28
258,00	-2,55	18,50	20,00	2,57	-2,55	16,45	20,00	1,05	71,50	17,39	40,00	100,00	71,50	41,64	40,00	77,55
259,00	-3,05	18,50	20,00	2,57	-3,05	16,37	20,00	0,63	70,00	17,02	40,00	100,00	70,00	41,52	40,00	77,48
260,00	-3,55	18,50	20,00	2,57	-3,55	16,30	20,00	0,21	69,00	16,78	40,00	100,00	69,00	41,46	40,00	77,75
261,00	-4,05	18,50	20,00	2,57	-4,05	16,22	20,00	-0,21	69,00	16,78	40,00	100,00	69,00	41,47	40,00	78,72
262,00	-4,55	18,50	20,00	2,57	-4,55	16,15	20,00	-0,64	70,00	17,02	40,00	100,00	70,00	41,55	40,00	80,46
263,00	-5,05	18,50	20,00	2,57	-5,05	16,07	20,00	-1,06	69,50	16,90	40,00	100,00	69,50	41,55	40,00	81,47
264,00	-5,55	18,50	20,00	2,57	-5,55	16,00	20,00	-1,48	69,00	16,78	40,00	100,00	69,00	41,55	40,00	82,56
265,00	-6,60	18,51	20,00	2,57	-6,60	15,84	20,00	-2,37	64,50	15,68	40,00	100,00	64,50	41,39	40,00	83,32
266,00	-8,35	18,51	20,00	2,57	-8,35	15,58	20,00	-3,85	62,00	15,07	40,00	100,00	62,00	41,50	40,00	87,89
267,00	-10,20	18,50	20,00	2,57	-10,20	15,32	20,00	-5,23	67,00	16,29	40,00	100,00	67,00	41,99	40,00	96,66
268,00	-12,05	18,50	20,00	2,57	-12,05	15,32	20,00	-5,23	73,50	17,88	40,00	100,00	73,50	42,27	40,00	99,75
269,00	-13,55	18,49	20,00	2,57	-13,55	15,31	20,00	-5,23	76,50	18,61	40,00	100,00	76,50	42,39	40,00	100,00
270,00	-14,65	18,49	20,00	2,57	-14,65	15,31	20,00	-5,20	78,50	19,10	40,00	100,00	78,50	42,48	40,00	100,00
271,00	-15,75	18,48	20,00	2,57	-15,75	15,31	20,00	-5,09	84,00	20,45	40,00	100,00	84,00	42,71	40,00	100,00
272,00	-16,70	18,48	20,00	2,57	-16,70	15,30	20,00	-4,99	89,00	21,68	40,00	100,00	89,00	42,92	40,00	100,00
273,00	-17,55	18,48	20,00	2,57	-17,55	15,30	20,00	-4,99	89,00	21,68	40,00	100,00	89,00	42,92	40,00	100,00
274,00	-18,15	18,48	20,00	2,57	-18,15	15,30	20,00	-5,05	86,00	20,94	40,00	100,00	86,00	42,80	40,00	100,00
275,00	-18,50	18,48	20,00	2,57	-18,50	15,31	20,00	-5,10	83,50	20,33	40,00	100,00	83,50	42,69	40,00	100,00
276,00	-18,80	18,48	20,00	2,57	-18,80	15,30	20,00	-4,96	90,50	22,04	40,00	100,00	90,50	42,99	40,00	100,00
277,00	-19,10	18,47	20,00	2,57	-19,10	15,29	20,00	-4,81	98,50	24,01	40,00	100,00	98,50	43,32	40,00	100,00
278,00	-19,45	18,47	20,00	2,57	-19,45	15,29	20,00	-4,80	99,00	24,13	40,00	100,00	99,00	43,35	40,00	100,00
279,00	-19,75	18,46	20,00	2,57	-19,75	15,29	20,00	-4,78	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,39	40,00	100,00
280,00	-19,95	18,46	20,00	2,57	-19,95	15,29	20,00	-4,78	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,39	40,00	100,00
281,00	-20,20	18,46	20,00	2,57	-20,20	15,29	20,00	-4,78	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,39	40,00	100,00
282,00	-20,55	18,46	20,00	2,57	-20,55	15,29	20,00	-4,78	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,39	40,00	100,00
283,00	-20,90	18,46	20,00	2,57	-20,90	15,29	20,00	-4,78	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,39	40,00	100,00
284,00	-21,30	18,46	20,00	2,57	-21,30	15,29	20,00	-4,78	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,39	40,00	100,00
285,00	-21,65	18,46	20,00	2,57	-21,65	15,29	20,00	-4,78	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,39	40,00	100,00
286,00	-21,40	18,46	20,00	2,57	-21,40	15,29	20,00	-4,78	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,39	40,00	100,00
287,00	-21,00	18,46	20,00	2,57	-21,00	15,29	20,00	-4,78	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,39	40,00	100,00
288,00	-21,00	18,46	20,00	2,57	-21,00	15,29	20,00	-4,78	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,39	40,00	100,00
289,00	-20,80	18,46	20,00	2,57	-20,80	15,29	20,00	-4,78	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,39	40,00	100,00
290,00	-20,30	18,46	20,00	2,57	-20,30	15,29	20,00	-4,78	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,39	40,00	100,00
291,00	-19,75	18,46	20,00	2,57	-19,75	15,29	20,00	-4,78	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,39	40,00	100,00
292,00	-19,25	18,46	20,00	2,57	-19,25	15,29	20,00	-4,78	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,39	40,00	100,00
293,00	-18,80	18,46	20,00	2,57	-18,80	15,29	20,00	-4,78	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,39	40,00	100,00
294,00	-18,45	18,46	20,00	2,57	-18,45	15,29	20,00	-4,78	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,39	40,00	100,00
295,00	-18,15	18,46	20,00	2,57	-18,15	15,29	20,00	-4,78	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,39	40,00	100,00
296,00	-17,90	18,46	20,00	2,57	-17,90	15,29	20,00	-4,78	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,39	40,00	100,00
297,00	-17,65	18,46	20,00	2,57	-17,65	15,29	20,00	-4,78	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,39	40,00	100,00
298,00	-17,05	18,46	20,00	2,57	-17,05	15,29	20,00	-4,78	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,39	40,00	100,00
299,00	-15,20	18,47	20,00	2,57	-15,20	15,30	20,00	-4,85	96,50	23,52	40,00	100,00	96,50	43,24	40,00	100,00
300,00	-12,70	18,48	20,00	2,57	-12,70	15,30	20,00	-4,98	89,50	21,80	40,00	100,00	89,50	42,94	40,00	100,00
301,00	-11,15	18,48	20,00	2,57	-11,15	15,31	20,00	-5,08	84,50	20,57	40,00	100,00	84,50	42,73	40,00	100,00
302,00	-10,55	18,48	20,00	2,57	-10,55	15,31	20,00	-5,11	83,00	20,21	40,00	100,00	83,00	42,67	40,00	100,00
303,00	-10,60	18,49	20,00	2,57	-10,60	15,31	20,00	-5,13	82,00	19,96	40,00	100,00	82,00	42,63	40,00	100,00
304,00	-11,50	18,48	20,00	2,57	-11,50	15,31	20,00	-5,09	84,00	20,45	40,00	100,00	84,00	42,71	40,00	100,00
305,00	-12,10	18,48	20,00	2,57	-12,10	15,30	20,00	-5,04	86,50	21,06	40,00	100,00	86,50	42,82	40,00	100,00
306,00	-11,90	18,48	20,00	2,57	-11,90	15,31	20,00	-5,07	85,00	20,70	40,00	100,00	85,00	42,75	40,00	100,00
307,00	-11,70	18,48	20,00	2,57	-11,70	15,31	20,00	-5,07	85,00	20,70	40,00	100,00	85,00	42,75	40,00	100,00
308,00	-11,50	18,48	20,00	2,57	-11,50	15,30	20,00	-5,05	86,00	20,94	40,00	100,00	86,00	42,80	40,00	100,00
309,00	-11,30	18,48	20,00	2,57	-11,30	15,31	20,00	-5,07	85,00	20,70	40,00	100,00	85,00	42,75	40,00	100,00
310,00	-11,10	18,48	20,00	2,57	-11,10	15,30	20,00	-5,03	87,00	21,19	40,00	100,00	87,00	42,84	40,00	100,00
311,00	-10,90	18,48	20,00	2,57	-10,90	15,30	20,00	-5,00	88,50	21,55	40,00	100,00	88,50	42,90	40,00	100,00
312,00	-10,70	18,48	20,00	2,57	-10,70	15,30	20,00	-5,05	86,00	20,94	40,00	100,00	86,00	42,80	40,00	100,00
313,00	-10,75	18,48	20,00	2,57	-10,75	15,30	20,00	-5,05	86,00	20,94	40,00	100,00	86,00	42,80	40,00	100,00
314,00	-11,15	18,48	20,00	2,57	-11,15	15,30	20,00	-5,01	88,00	21,43	40,00	100,00	88,00	42,88	40,00	100,00
315,00	-11,40	18,47	20,00	2,57	-11,40	15,30	20,00	-4,95	91,00	22,17	40,00	100,00	91,00	43,01	40,00	100,00
316,00	-11,50	18,47	20,00	2,57	-11,50	15,30	20,00	-4,92	93,00	22,66	40,00	100,00	93,00	43,09	40,00	100,00
317,00	-11,70	18,47	20,00	2,57	-11,70	15,30	20,00	-4,91	93,50	22,78	40,00	100,00	93,50	43,11	40,00	100,00
318,00	-11,85	18,47	20,00	2,57	-11,85	15,30	20,00	-4,90	94,00	22,90	40,00	100,00	94,00	43,13	40,00	100,00
319,00	-11,95	18,47	20,00	2,57	-11,95	15,30	20,00	-4,91	93,50	22,78	40,00	100,00	93,50	43,11	40,00	100,00
320,00	-12,05	18,47	20,00	2,57	-12,05	15,30	20,00	-4,92	93,00	22,66	40,00	100,00	93,00	43,09	40,00	100,00
321,00	-12,15	18,47	20,00	2,57	-12,15	15,30	20,00	-4,93	92,50	22,53	40,00	100,00	92,50	43,07	40,00	100,00
322,00	-12,00	18,48	20,00	2,57	-12,00	15,30	20,00	-4,96	90,50	22,04	40,00	100,00	90,50	42,99	40,00	100,00
323,00	-11,30	18,48	20,00	2,57	-11,30	15,30	20,00	-5,03	87,00	21,19	40,00	100,00	87,00	42,84	40,00	100,00
324,00	-10,60	18,48	20,00	2,57	-10,60	15,31	20,00	-5,07	85,00	20,70	40,00	100,00	85,00	42,75	40,00	100,00
325,00	-10,15	18,49	20,00	2,57	-10,15	15,31	20,00	-5,21	78,00	18,98	40,00	100,00	78,00	42,46	40,00	100,00
326,00	-9,85	18,50	20,00	2,57	-9,85	15,34	20,00	-5,11	70,00	17,02	40,00	100,00	70,00	42,10	40,00	97,48
327,00	-9,90	18,50</														

346,00	-21,30	18,47	20,00	2,57	-21,30	15,29	20,00	-4,82	98,00	23,88	40,00	100,00	98,00	43,30	40,00	100,00
347,00	-21,90	18,47	20,00	2,57	-21,90	15,29	20,00	-4,81	98,50	24,01	40,00	100,00	98,50	43,32	40,00	100,00
348,00	-21,40	18,47	20,00	2,57	-21,40	15,29	20,00	-4,82	98,00	23,88	40,00	100,00	98,00	43,30	40,00	100,00
349,00	-21,00	18,47	20,00	2,57	-21,00	15,29	20,00	-4,82	98,00	23,88	40,00	100,00	98,00	43,30	40,00	100,00
350,00	-21,00	18,47	20,00	2,57	-21,00	15,29	20,00	-4,82	98,00	23,88	40,00	100,00	98,00	43,30	40,00	100,00
351,00	-21,00	18,47	20,00	2,57	-21,00	15,29	20,00	-4,82	98,00	23,88	40,00	100,00	98,00	43,30	40,00	100,00
352,00	-21,00	18,47	20,00	2,57	-21,00	15,29	20,00	-4,82	98,00	23,88	40,00	100,00	98,00	43,30	40,00	100,00
353,00	-21,00	18,47	20,00	2,57	-21,00	15,29	20,00	-4,82	98,00	23,88	40,00	100,00	98,00	43,30	40,00	100,00
354,00	-21,45	18,47	20,00	2,57	-21,45	15,29	20,00	-4,81	98,50	24,01	40,00	100,00	98,50	43,32	40,00	100,00
355,00	-21,45	18,47	20,00	2,57	-21,45	15,29	20,00	-4,80	99,00	24,13	40,00	100,00	99,00	43,35	40,00	100,00
356,00	-20,85	18,47	20,00	2,57	-20,85	15,29	20,00	-4,81	98,50	24,01	40,00	100,00	98,50	43,32	40,00	100,00
357,00	-20,35	18,47	20,00	2,57	-20,35	15,29	20,00	-4,81	98,50	24,01	40,00	100,00	98,50	43,32	40,00	100,00
358,00	-19,75	18,47	20,00	2,57	-19,75	15,29	20,00	-4,80	99,00	24,13	40,00	100,00	99,00	43,35	40,00	100,00
359,00	-19,25	18,47	20,00	2,57	-19,25	15,29	20,00	-4,80	99,00	24,13	40,00	100,00	99,00	43,35	40,00	100,00
360,00	-18,75	18,47	20,00	2,57	-18,75	15,29	20,00	-4,80	99,00	24,13	40,00	100,00	99,00	43,35	40,00	100,00
361,00	-18,20	18,47	20,00	2,57	-18,20	15,29	20,00	-4,80	99,00	24,13	40,00	100,00	99,00	43,35	40,00	100,00
362,00	-17,20	18,47	20,00	2,57	-17,20	15,30	20,00	-4,83	97,50	23,76	40,00	100,00	97,50	43,28	40,00	100,00
363,00	-15,95	18,47	20,00	2,57	-15,95	15,30	20,00	-4,92	93,00	22,66	40,00	100,00	93,00	43,09	40,00	100,00
364,00	-15,10	18,48	20,00	2,57	-15,10	15,30	20,00	-4,98	89,50	21,80	40,00	100,00	89,50	42,94	40,00	100,00
365,00	-14,50	18,48	20,00	2,57	-14,50	15,30	20,00	-4,97	90,00	21,92	40,00	100,00	90,00	42,96	40,00	100,00
366,00	-13,90	18,48	20,00	2,57	-13,90	15,30	20,00	-4,96	90,50	22,04	40,00	100,00	90,50	42,99	40,00	100,00
367,00	-13,40	18,47	20,00	2,57	-13,40	15,30	20,00	-4,93	92,50	22,53	40,00	100,00	92,50	43,07	40,00	100,00
368,00	-12,95	18,47	20,00	2,57	-12,95	15,30	20,00	-4,87	95,50	23,27	40,00	100,00	95,50	43,20	40,00	100,00
369,00	-12,60	18,47	20,00	2,57	-12,60	15,30	20,00	-4,89	94,50	23,03	40,00	100,00	94,50	43,15	40,00	100,00
370,00	-12,25	18,47	20,00	2,57	-12,25	15,30	20,00	-4,91	93,50	22,78	40,00	100,00	93,50	43,11	40,00	100,00
371,00	-11,65	18,47	20,00	2,57	-11,65	15,30	20,00	-4,91	93,50	22,78	40,00	100,00	93,50	43,11	40,00	100,00
372,00	-11,00	18,47	20,00	2,57	-11,00	15,30	20,00	-4,88	95,00	23,15	40,00	100,00	95,00	43,18	40,00	100,00
373,00	-10,50	18,47	20,00	2,57	-10,50	15,30	20,00	-4,86	96,00	23,39	40,00	100,00	96,00	43,22	40,00	100,00
374,00	-8,75	18,48	20,00	2,57	-8,75	15,49	20,00	-4,10	90,00	21,92	40,00	100,00	90,00	42,86	40,00	100,00
375,00	-6,55	18,49	20,00	2,57	-6,55	15,84	20,00	-2,32	77,00	18,74	40,00	100,00	77,00	42,07	40,00	89,46
376,00	-6,30	18,50	20,00	2,57	-6,30	15,88	20,00	-2,11	71,50	17,39	40,00	100,00	71,50	41,74	40,00	85,95
377,00	-6,50	18,49	20,00	2,57	-6,50	15,84	20,00	-2,28	75,50	18,37	40,00	100,00	75,50	41,98	40,00	88,55
378,00	-6,15	18,49	20,00	2,57	-6,15	15,90	20,00	-1,98	76,00	18,49	40,00	100,00	76,00	41,99	40,00	87,79
379,00	-5,80	18,49	20,00	2,57	-5,80	15,95	20,00	-1,69	76,00	18,49	40,00	100,00	76,00	41,97	40,00	86,81
380,00	-5,40	18,49	20,00	2,57	-5,40	16,01	20,00	-1,35	76,50	18,61	40,00	100,00	76,50	41,98	40,00	85,99
381,00	-5,00	18,49	20,00	2,57	-5,00	16,07	20,00	-1,01	76,00	18,49	40,00	100,00	76,00	41,94	40,00	84,69
382,00	-4,65	18,49	20,00	2,57	-4,65	16,12	20,00	-0,72	76,00	18,49	40,00	100,00	76,00	41,94	40,00	83,82
383,00	-4,30	18,49	20,00	2,57	-4,30	16,18	20,00	-0,42	76,00	18,49	40,00	100,00	76,00	41,93	40,00	82,97
384,00	-3,90	18,49	20,00	2,57	-3,90	16,24	20,00	-0,08	75,50	18,37	40,00	100,00	75,50	41,90	40,00	81,77
385,00	-3,95	18,50	20,00	2,57	-3,95	16,23	20,00	-0,13	73,00	17,76	40,00	100,00	73,00	41,73	40,00	80,57
386,00	-4,45	18,50	20,00	2,57	-4,45	16,16	20,00	-0,55	73,00	17,76	40,00	100,00	73,00	41,74	40,00	81,77
387,00	-4,95	18,49	20,00	2,57	-4,95	16,08	20,00	-0,97	75,00	18,25	40,00	100,00	75,00	41,88	40,00	84,05
388,00	-5,35	18,49	20,00	2,57	-5,35	16,02	20,00	-1,31	75,00	18,25	40,00	100,00	75,00	41,89	40,00	85,09
389,00	-5,65	18,49	20,00	2,57	-5,65	15,97	20,00	-1,56	76,50	18,61	40,00	100,00	76,50	41,99	40,00	86,66
390,00	-5,95	18,48	20,00	2,57	-5,95	15,92	20,00	-1,81	84,00	20,45	40,00	100,00	84,00	42,44	40,00	91,29
391,00	-6,25	18,47	20,00	2,57	-6,25	15,87	20,00	-2,06	92,00	22,41	40,00	100,00	92,00	42,89	40,00	96,15
392,00	-6,50	18,47	20,00	2,57	-6,50	15,82	20,00	-2,26	95,50	23,27	40,00	100,00	95,50	43,08	40,00	99,61
393,00	-6,60	18,47	20,00	2,57	-6,60	15,81	20,00	-2,35	96,00	23,39	40,00	100,00	96,00	43,11	40,00	98,14
394,00	-6,60	18,47	20,00	2,57	-6,60	15,81	20,00	-2,35	97,50	23,76	40,00	100,00	97,50	43,19	40,00	99,89
395,00	-6,35	18,46	20,00	2,57	-6,35	15,84	20,00	-2,17	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,34	40,00	100,00
396,00	-5,85	18,47	20,00	2,57	-5,85	15,92	20,00	-1,71	99,00	24,13	40,00	100,00	99,00	43,31	40,00	98,63
397,00	-5,40	18,47	20,00	2,57	-5,40	15,99	20,00	-1,33	99,00	24,13	40,00	100,00	99,00	43,34	40,00	97,50
398,00	-4,80	18,47	20,00	2,57	-4,80	16,08	20,00	-0,83	98,50	24,01	40,00	100,00	98,50	43,35	40,00	95,80
399,00	-4,25	18,47	20,00	2,57	-4,25	16,16	20,00	-0,37	94,00	22,90	40,00	100,00	94,00	43,11	40,00	92,22
400,00	-4,40	18,47	20,00	2,57	-4,40	16,15	20,00	-0,49	91,50	22,29	40,00	100,00	91,50	42,94	40,00	91,26
401,00	-4,70	18,48	20,00	2,57	-4,70	16,10	20,00	-0,75	90,50	22,04	40,00	100,00	90,50	42,85	40,00	91,44
402,00	-4,70	18,48	20,00	2,57	-4,70	16,10	20,00	-0,75	90,00	21,92	40,00	100,00	90,00	42,82	40,00	91,18
403,00	-4,70	18,47	20,00	2,57	-4,70	16,10	20,00	-0,75	91,00	22,17	40,00	100,00	91,00	42,89	40,00	91,70
404,00	-4,75	18,48	20,00	2,57	-4,75	16,09	20,00	-0,79	90,50	22,04	40,00	100,00	90,50	42,85	40,00	91,56
405,00	-4,80	18,48	20,00	2,57	-4,80	16,09	20,00	-0,83	90,00	21,92	40,00	100,00	90,00	42,82	40,00	91,42
406,00	-4,80	18,48	20,00	2,57	-4,80	16,09	20,00	-0,83	90,00	21,92	40,00	100,00	90,00	42,82	40,00	91,42
407,00	-4,80	18,47	20,00	2,57	-4,80	16,08	20,00	-0,83	92,00	22,41	40,00	100,00	92,00	42,94	40,00	92,45
408,00	-4,80	18,47	20,00	2,57	-4,80	16,08	20,00	-0,83	93,00	22,66	40,00	100,00	93,00	43,01	40,00	92,97
409,00	-4,70	18,47	20,00	2,57	-4,70	16,10	20,00	-0,75	93,50	22,78	40,00	100,00	93,50	43,04	40,00	92,99
410,00	-4,50	18,47	20,00	2,57	-4,50	16,13	20,00	-0,58	94,00	22,90	40,00	100,00	94,00	43,09	40,00	92,79
411,00	-4,30	18,47	20,00	2,57	-4,30	16,16	20,00	-0,41	95,50	23,27	40,00	100,00	95,50	43,21	40,00	93,11
412,00	-4,10	18,47	20,00	2,57	-4,10	16,18	20,00	-0,24	99,00	24,13	40,00	100,00	99,00	43,46	40,00	94,50
413,00	-3,95	18,46	20,00	2,57	-3,95	16,20	20,00	-0,11	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,54	40,00	94,70
414,00	-3,80	18,46	20,00	2,57	-3,80	16,23	20,00	0,02	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,56	40,00	94,45
415,00	-3,65	18,47	20,00	2,57	-3,65	16,25	20,00	0,14	98,50	24,01	40,00	100,00	98,50	43,48	40,00	93,47
416,00	-3,55	18,47	20,00	2,57	-3,55	16,27	20,00	0,23	96,00	23,39	40,00	100,00	96,00	43,32	4	

435,00	0,15	18,62	20,00	3,65	0,15	16,84	20,00	3,34	82,50	23,76	40,00	100,00	82,50	42,79	40,00	80,50
436,00	0,05	18,61	20,00	3,60	0,05	16,82	20,00	3,26	84,50	24,17	40,00	100,00	84,50	42,96	40,00	81,78
437,00	-0,05	18,60	20,00	3,55	-0,05	16,81	20,00	3,17	83,50	23,72	40,00	100,00	83,50	42,86	40,00	81,34
438,00	-0,15	18,60	20,00	3,50	-0,15	16,79	20,00	3,09	85,50	24,10	40,00	100,00	85,50	43,02	40,00	82,57
439,00	-0,20	18,59	20,00	3,48	-0,20	16,78	20,00	3,05	88,50	24,85	40,00	100,00	88,50	43,27	40,00	84,33
440,00	-0,20	18,59	20,00	3,48	-0,20	16,78	20,00	3,05	88,50	24,85	40,00	100,00	88,50	43,27	40,00	84,33
441,00	-0,20	18,59	20,00	3,48	-0,20	16,78	20,00	3,05	87,00	24,43	40,00	100,00	87,00	43,14	40,00	83,47
442,00	0,05	18,61	20,00	3,60	0,05	16,83	20,00	3,26	82,00	23,45	40,00	100,00	82,00	42,73	40,00	80,34
443,00	0,95	18,68	20,00	4,04	0,95	16,97	20,00	4,01	75,00	22,80	40,00	100,00	75,00	42,17	40,00	75,11
444,00	2,20	18,76	20,00	4,65	2,20	17,17	20,00	5,06	70,50	23,31	40,00	100,00	70,50	41,84	40,00	70,94
445,00	3,20	18,83	20,00	5,13	3,20	17,33	20,00	5,90	67,50	23,86	40,00	100,00	67,50	41,62	40,00	68,02
446,00	3,90	18,88	20,00	5,45	3,90	17,44	20,00	6,49	64,50	23,89	40,00	100,00	64,50	41,35	40,00	65,47
447,00	4,20	18,90	20,00	5,59	4,20	17,49	20,00	6,74	64,00	24,18	40,00	100,00	64,00	41,32	40,00	64,86
448,00	3,95	18,88	20,00	5,48	3,95	17,45	20,00	6,53	64,50	23,97	40,00	100,00	64,50	41,36	40,00	65,42
449,00	3,45	18,85	20,00	5,24	3,45	17,37	20,00	6,11	64,50	23,18	40,00	100,00	64,50	41,31	40,00	65,95
450,00	3,00	18,82	20,00	5,03	3,00	17,30	20,00	5,73	67,00	23,37	40,00	100,00	67,00	41,55	40,00	67,94
451,00	2,60	18,79	20,00	4,84	2,60	17,23	20,00	5,40	69,50	23,61	40,00	100,00	69,50	41,77	40,00	69,88
452,00	2,15	18,76	20,00	4,62	2,15	17,16	20,00	5,02	72,00	23,73	40,00	100,00	72,00	41,99	40,00	71,88
453,00	1,70	18,73	20,00	4,41	1,70	17,09	20,00	4,64	72,50	23,18	40,00	100,00	72,50	42,00	40,00	72,71
454,00	1,25	18,70	20,00	4,19	1,25	17,02	20,00	4,26	73,00	22,64	40,00	100,00	73,00	42,01	40,00	73,57
455,00	0,80	18,67	20,00	3,97	0,80	16,95	20,00	3,88	76,50	23,02	40,00	100,00	76,50	42,30	40,00	76,18
456,00	0,35	18,64	20,00	3,75	0,35	16,88	20,00	3,50	76,50	22,32	40,00	100,00	76,50	42,26	40,00	76,77
457,00	-0,15	18,61	20,00	3,50	-0,15	16,80	20,00	3,08	77,50	21,83	40,00	100,00	77,50	42,31	40,00	78,00
458,00	-0,70	18,57	20,00	3,23	-0,70	16,71	20,00	2,62	81,50	21,99	40,00	100,00	81,50	42,58	40,00	80,82
459,00	-1,30	18,53	20,00	2,93	-1,30	16,62	20,00	2,12	84,00	21,62	40,00	100,00	84,00	42,71	40,00	82,84
460,00	-1,75	18,50	20,00	2,70	-1,75	16,55	20,00	1,74	85,00	21,11	40,00	100,00	85,00	42,73	40,00	83,89
461,00	-2,05	18,48	20,00	2,57	-2,05	16,51	20,00	1,49	84,50	20,57	40,00	100,00	84,50	42,65	40,00	83,97
462,00	-2,35	18,48	20,00	2,57	-2,35	16,46	20,00	1,23	84,00	20,45	40,00	100,00	84,00	42,58	40,00	84,06
463,00	-2,60	18,48	20,00	2,57	-2,60	16,42	20,00	1,02	87,50	21,31	40,00	100,00	87,50	42,82	40,00	86,27
464,00	-2,80	18,48	20,00	2,57	-2,80	16,39	20,00	0,86	89,50	21,80	40,00	100,00	89,50	42,94	40,00	87,59
465,00	-2,95	18,48	20,00	2,57	-2,95	16,37	20,00	0,73	88,00	21,43	40,00	100,00	88,00	42,82	40,00	86,98
466,00	-2,40	18,48	20,00	2,57	-2,40	16,45	20,00	1,19	87,00	21,19	40,00	100,00	87,00	42,80	40,00	85,75
467,00	-0,90	18,55	20,00	3,13	-0,90	16,68	20,00	2,46	84,50	22,45	40,00	100,00	84,50	42,80	40,00	82,71
468,00	0,45	18,64	20,00	3,80	0,45	16,89	20,00	3,59	83,00	24,40	40,00	100,00	83,00	42,87	40,00	80,39
469,00	1,15	18,68	20,00	4,14	1,15	17,00	20,00	4,18	81,50	25,13	40,00	100,00	81,50	42,81	40,00	78,65
470,00	1,90	18,73	20,00	4,50	1,90	17,11	20,00	4,81	78,50	25,46	40,00	100,00	78,50	42,61	40,00	76,00
471,00	2,25	18,76	20,00	4,67	2,25	17,17	20,00	5,11	76,50	25,40	40,00	100,00	76,50	42,46	40,00	74,43
472,00	1,60	18,71	20,00	4,36	1,60	17,07	20,00	4,56	78,00	24,78	40,00	100,00	78,00	42,53	40,00	76,06
473,00	0,90	18,67	20,00	4,02	0,90	16,96	20,00	3,97	79,00	23,94	40,00	100,00	79,00	42,54	40,00	77,50
474,00	0,55	18,65	20,00	3,85	0,55	16,91	20,00	3,68	79,00	23,37	40,00	100,00	79,00	42,51	40,00	77,95
475,00	0,20	18,62	20,00	3,68	0,20	16,85	20,00	3,38	82,00	23,69	40,00	100,00	82,00	42,75	40,00	80,14
476,00	-0,15	18,59	20,00	3,50	-0,15	16,79	20,00	3,09	87,00	24,53	40,00	100,00	87,00	43,15	40,00	83,43
477,00	-0,50	18,57	20,00	3,33	-0,50	16,73	20,00	2,80	90,50	24,83	40,00	100,00	90,50	43,38	40,00	85,72
478,00	-0,85	18,55	20,00	3,15	-0,85	16,68	20,00	2,50	91,00	24,29	40,00	100,00	91,00	43,36	40,00	86,32
479,00	-1,15	18,53	20,00	3,00	-1,15	16,63	20,00	2,25	92,50	24,11	40,00	100,00	92,50	43,43	40,00	87,43
480,00	-1,50	18,50	20,00	2,83	-1,50	16,57	20,00	1,96	97,00	24,60	40,00	100,00	97,00	43,72	40,00	90,26
481,00	-1,80	18,48	20,00	2,67	-1,80	16,53	20,00	1,71	99,50	24,64	40,00	100,00	99,50	43,86	40,00	91,93
482,00	-2,00	18,46	20,00	2,57	-2,00	16,50	20,00	1,54	99,50	24,25	40,00	100,00	99,50	43,82	40,00	92,12
483,00	-2,15	18,46	20,00	2,57	-2,15	16,47	20,00	1,41	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,83	40,00	92,55
484,00	-2,25	18,46	20,00	2,57	-2,25	16,46	20,00	1,33	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,81	40,00	92,65
485,00	-2,35	18,46	20,00	2,57	-2,35	16,44	20,00	1,24	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,79	40,00	92,75
486,00	-2,45	18,46	20,00	2,57	-2,45	16,43	20,00	1,16	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,77	40,00	92,86
487,00	-2,50	18,46	20,00	2,57	-2,50	16,42	20,00	1,12	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,76	40,00	92,91
488,00	-2,50	18,46	20,00	2,57	-2,50	16,42	20,00	1,12	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,76	40,00	92,91
489,00	-2,50	18,46	20,00	2,57	-2,50	16,42	20,00	1,12	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,76	40,00	92,91
490,00	-1,60	18,49	20,00	2,77	-1,60	16,56	20,00	1,88	99,50	25,04	40,00	100,00	99,50	43,90	40,00	91,74
491,00	0,20	18,61	20,00	3,68	0,20	16,83	20,00	3,39	94,50	27,33	40,00	100,00	94,50	43,88	40,00	87,33
492,00	2,10	18,74	20,00	4,60	2,10	17,14	20,00	4,99	83,00	27,29	40,00	100,00	83,00	43,10	40,00	78,43
493,00	3,70	18,85	20,00	5,36	3,70	17,39	20,00	6,33	75,00	27,43	40,00	100,00	75,00	42,50	40,00	72,01
494,00	3,85	18,86	20,00	5,43	3,85	17,42	20,00	6,45	75,00	27,71	40,00	100,00	75,00	42,53	40,00	71,86
495,00	3,35	18,83	20,00	5,20	3,35	17,34	20,00	6,04	77,50	27,70	40,00	100,00	77,50	42,72	40,00	73,86
496,00	2,75	18,79	20,00	4,91	2,75	17,24	20,00	5,53	80,00	27,47	40,00	100,00	80,00	42,89	40,00	75,96
497,00	2,10	18,74	20,00	4,60	2,10	17,14	20,00	4,98	80,00	26,30	40,00	100,00	80,00	42,79	40,00	76,66
498,00	1,95	18,74	20,00	4,53	1,95	17,12	20,00	4,86	79,00	25,71	40,00	100,00	79,00	42,67	40,00	76,24
499,00	1,85	18,73	20,00	4,48	1,85	17,10	20,00	4,77	80,50	26,02	40,00	100,00	80,50	42,81	40,00	77,24
500,00	1,70	18,72	20,00	4,41	1,70	17,08	20,00	4,65	82,50	26,40	40,00	100,00	82,50	42,98	40,00	78,58
501,00	1,55	18,71	20,00	4,34	1,55	17,06	20,00	4,52	82,00	25,98	40,00	100,00	82,00	42,91	40,00	78,46
502,00	1,40	18,70	20,00	4,26	1,40	17,03	20,00	4,40	82,50	25,87	40,00	100,00	82,50	42,94	40,00	78,93
503,00	1,25	18,68	20,00	4,19	1,25	17,01	20,00	4,27	85,00	26,39	40,00	100,00	85,00	43,16	40,00	80,57
504,00	1,10	18,67	20,00	4,12	1,10	16,98	20,00	4,15	87,00	26,74	40,00	100,00	87,00	43,33	40,00	81,91
505,00	0,90	18,66	20,00	4,02	0,90	16,95	20,00	3,98	88,50	26,84	40,00	100,00	88,50	43,44	40,00	83,02
506,00	0,65	18,64	20,00	3,90	0,65</											

524,00	1,45	18,68	20,00	4,29	1,45	17,02	20,00	4,45	95,00	29,92	40,00	100,00	95,00	44,17	40,00	86,18
525,00	1,20	18,67	20,00	4,17	1,20	16,99	20,00	4,24	94,50	29,26	40,00	100,00	94,50	44,07	40,00	86,16
526,00	0,95	18,65	20,00	4,04	0,95	16,95	20,00	4,03	94,50	28,77	40,00	100,00	94,50	44,02	40,00	86,44
527,00	0,65	18,64	20,00	3,90	0,65	16,90	20,00	3,77	93,00	27,74	40,00	100,00	93,00	43,82	40,00	85,92
528,00	0,40	18,62	20,00	3,77	0,40	16,87	20,00	3,56	93,00	27,26	40,00	100,00	93,00	43,78	40,00	86,22
529,00	0,15	18,60	20,00	3,65	0,15	16,82	20,00	3,35	95,50	27,53	40,00	100,00	95,50	43,96	40,00	87,96
530,00	-0,20	18,58	20,00	3,48	-0,20	16,77	20,00	3,06	97,00	27,26	40,00	100,00	97,00	44,02	40,00	89,18
531,00	-0,70	18,55	20,00	3,23	-0,70	16,69	20,00	2,64	97,50	26,34	40,00	100,00	97,50	43,94	40,00	89,85
532,00	-0,85	18,54	20,00	3,15	-0,85	16,67	20,00	2,51	97,50	26,03	40,00	100,00	97,50	43,90	40,00	89,97
533,00	-0,75	18,54	20,00	3,20	-0,75	16,69	20,00	2,59	97,50	26,24	40,00	100,00	97,50	43,93	40,00	89,89
534,00	-0,90	18,53	20,00	3,13	-0,90	16,66	20,00	2,47	98,00	26,06	40,00	100,00	98,00	43,93	40,00	90,29
535,00	-1,05	18,52	20,00	3,05	-1,05	16,64	20,00	2,34	98,00	25,76	40,00	100,00	98,00	43,90	40,00	90,42
536,00	-1,15	18,52	20,00	3,00	-1,15	16,63	20,00	2,26	98,00	25,55	40,00	100,00	98,00	43,88	40,00	90,51
537,00	-1,20	18,52	20,00	2,98	-1,20	16,62	20,00	2,21	98,00	25,45	40,00	100,00	98,00	43,87	40,00	90,55
538,00	-1,20	18,52	20,00	2,98	-1,20	16,62	20,00	2,21	98,00	25,45	40,00	100,00	98,00	43,87	40,00	90,55
539,00	-1,15	18,52	20,00	3,00	-1,15	16,63	20,00	2,26	98,00	25,55	40,00	100,00	98,00	43,88	40,00	90,51
540,00	-1,10	18,53	20,00	3,03	-1,10	16,64	20,00	2,30	94,50	24,73	40,00	100,00	94,50	43,60	40,00	88,51
541,00	-1,10	18,53	20,00	3,03	-1,10	16,64	20,00	2,29	91,00	23,81	40,00	100,00	91,00	43,31	40,00	86,55
542,00	-1,15	18,53	20,00	3,00	-1,15	16,63	20,00	2,25	91,50	23,85	40,00	100,00	91,50	43,34	40,00	86,88
543,00	-1,20	18,52	20,00	2,98	-1,20	16,63	20,00	2,21	91,50	23,75	40,00	100,00	91,50	43,33	40,00	86,92
544,00	-1,30	18,52	20,00	2,93	-1,30	16,61	20,00	2,12	92,00	23,69	40,00	100,00	92,00	43,36	40,00	87,30
545,00	-1,35	18,52	20,00	2,90	-1,35	16,61	20,00	2,08	89,00	22,83	40,00	100,00	89,00	43,10	40,00	85,68
546,00	-1,45	18,51	20,00	2,85	-1,45	16,60	20,00	1,99	86,50	22,01	40,00	100,00	86,50	42,89	40,00	84,39
547,00	-1,90	18,48	20,00	2,62	-1,90	16,53	20,00	1,61	88,00	21,60	40,00	100,00	88,00	42,94	40,00	85,71
548,00	-2,65	18,48	20,00	2,57	-2,65	16,41	20,00	0,98	89,50	21,80	40,00	100,00	89,50	42,96	40,00	87,41
549,00	-2,65	18,48	20,00	2,57	-2,65	16,41	20,00	0,98	89,50	21,80	40,00	100,00	89,50	42,96	40,00	87,41
550,00	-2,20	18,48	20,00	2,57	-2,20	16,48	20,00	1,36	86,50	21,06	40,00	100,00	86,50	42,79	40,00	85,24
551,00	-2,20	18,48	20,00	2,57	-2,20	16,48	20,00	1,36	85,00	20,70	40,00	100,00	85,00	42,68	40,00	84,42
552,00	-2,30	18,48	20,00	2,57	-2,30	16,47	20,00	1,27	85,00	20,70	40,00	100,00	85,00	42,66	40,00	84,54
553,00	-2,75	18,48	20,00	2,57	-2,75	16,40	20,00	0,90	87,00	21,19	40,00	100,00	87,00	42,77	40,00	86,19
554,00	-3,60	18,48	20,00	2,57	-3,60	16,27	20,00	0,18	89,50	21,80	40,00	100,00	89,50	42,87	40,00	88,66
555,00	-4,55	18,47	20,00	2,57	-4,55	16,12	20,00	-0,62	91,00	22,17	40,00	100,00	91,00	42,90	40,00	91,35
556,00	-5,30	18,47	20,00	2,57	-5,30	16,01	20,00	-1,25	93,50	22,78	40,00	100,00	93,50	43,01	40,00	94,44
557,00	-5,85	18,47	20,00	2,57	-5,85	15,92	20,00	-1,72	96,00	23,39	40,00	100,00	96,00	43,13	40,00	97,11
558,00	-6,35	18,47	20,00	2,57	-6,35	15,85	20,00	-2,14	96,50	23,52	40,00	100,00	96,50	43,14	40,00	98,70
559,00	-6,80	18,47	20,00	2,57	-6,80	15,78	20,00	-2,58	96,50	23,52	40,00	100,00	96,50	43,13	40,00	100,00
560,00	-7,20	18,47	20,00	2,57	-7,20	15,72	20,00	-2,84	97,50	23,76	40,00	100,00	97,50	43,18	40,00	100,00
561,00	-7,45	18,47	20,00	2,57	-7,45	15,68	20,00	-3,01	98,00	23,88	40,00	100,00	98,00	43,21	40,00	100,00
562,00	-7,50	18,47	20,00	2,57	-7,50	15,67	20,00	-3,05	97,50	23,76	40,00	100,00	97,50	43,18	40,00	100,00
563,00	-7,50	18,47	20,00	2,57	-7,50	15,68	20,00	-3,13	94,00	22,90	40,00	100,00	94,00	43,00	40,00	100,00
564,00	-7,50	18,47	20,00	2,57	-7,50	15,68	20,00	-3,11	91,00	22,17	40,00	100,00	91,00	42,85	40,00	99,31
565,00	-7,50	18,47	20,00	2,57	-7,50	15,68	20,00	-3,11	92,00	22,41	40,00	100,00	92,00	42,90	40,00	99,80
566,00	-7,55	18,47	20,00	2,57	-7,55	15,67	20,00	-3,17	94,00	22,90	40,00	100,00	94,00	43,00	40,00	100,00
567,00	-7,70	18,47	20,00	2,57	-7,70	15,64	20,00	-3,22	96,50	23,52	40,00	100,00	96,50	43,13	40,00	100,00
568,00	-7,85	18,47	20,00	2,57	-7,85	15,62	20,00	-3,29	98,00	23,88	40,00	100,00	98,00	43,21	40,00	100,00
569,00	-8,00	18,47	20,00	2,57	-8,00	15,60	20,00	-3,38	99,00	24,13	40,00	100,00	99,00	43,26	40,00	100,00
570,00	-8,30	18,46	20,00	2,57	-8,30	15,55	20,00	-3,57	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,32	40,00	100,00
571,00	-8,65	18,46	20,00	2,57	-8,65	15,50	20,00	-3,82	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,32	40,00	100,00
572,00	-8,95	18,46	20,00	2,57	-8,95	15,45	20,00	-4,03	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,33	40,00	100,00
573,00	-9,30	18,46	20,00	2,57	-9,30	15,40	20,00	-4,28	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,35	40,00	100,00
574,00	-9,65	18,46	20,00	2,57	-9,65	15,35	20,00	-4,53	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,37	40,00	100,00
575,00	-10,00	18,46	20,00	2,57	-10,00	15,29	20,00	-4,78	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,39	40,00	100,00
576,00	-10,35	18,46	20,00	2,57	-10,35	15,29	20,00	-4,78	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,39	40,00	100,00
577,00	-10,45	18,46	20,00	2,57	-10,45	15,29	20,00	-4,78	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,39	40,00	100,00
578,00	-10,35	18,46	20,00	2,57	-10,35	15,29	20,00	-4,78	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,39	40,00	100,00
579,00	-10,20	18,46	20,00	2,57	-10,20	15,29	20,00	-4,78	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,39	40,00	100,00
580,00	-10,05	18,46	20,00	2,57	-10,05	15,29	20,00	-4,78	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,39	40,00	100,00
581,00	-10,00	18,46	20,00	2,57	-10,00	15,29	20,00	-4,78	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,39	40,00	100,00
582,00	-9,95	18,46	20,00	2,57	-9,95	15,30	20,00	-4,75	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,38	40,00	100,00
583,00	-9,85	18,46	20,00	2,57	-9,85	15,32	20,00	-4,68	99,50	24,25	40,00	100,00	99,50	43,36	40,00	100,00
584,00	-9,80	18,47	20,00	2,57	-9,80	15,33	20,00	-4,68	98,00	23,88	40,00	100,00	98,00	43,29	40,00	100,00
585,00	-9,75	18,47	20,00	2,57	-9,75	15,33	20,00	-4,66	97,00	23,64	40,00	100,00	97,00	43,24	40,00	100,00
586,00	-8,70	18,47	20,00	2,57	-8,70	15,50	20,00	-3,99	93,50	22,78	40,00	100,00	93,50	43,02	40,00	100,00
587,00	-6,50	18,48	20,00	2,57	-6,50	15,83	20,00	-2,27	86,00	20,94	40,00	100,00	86,00	42,56	40,00	93,83
588,00	-4,35	18,49	20,00	2,57	-4,35	16,17	20,00	-0,46	79,00	19,23	40,00	100,00	79,00	42,13	40,00	84,65
589,00	-2,55	18,50	20,00	2,57	-2,55	16,44	20,00	1,05	73,50	17,88	40,00	100,00	73,50	41,79	40,00	78,63
590,00	-1,25	18,55	20,00	2,95	-1,25	16,65	20,00	2,15	69,00	17,81	40,00	100,00	69,00	41,49	40,00	74,42
591,00	-0,80	18,58	20,00	3,18	-0,80	16,72	20,00	2,53	65,50	17,51	40,00	100,00	65,50	41,22	40,00	71,90
592,00	-1,35	18,54	20,00	2,90	-1,35	16,63	20,00	2,06	68,00	17,41	40,00	100,00	68,00	41,41	40,00	73,99
593,00	-2,65	18,49	20,00	2,57	-2,65	16,42	20,00	0,97	79,00	19,23	40,00	100,00	79,00	42,19	40,00	81,74
594,00	-3,25	18,48	20,00	2,57	-3,25	16,32	20,00	0,47	86,00	20,94	40,00	100,00	86,00	42,65	40,00	86,32
59																

613,00	5,20	18,97	20,00	6,29	5,20	17,64	20,00	7,58	61,50	24,81	40,00	98,02	61,50	41,13	40,00	62,36
614,00	5,40	18,98	20,00	6,48	5,40	17,67	20,00	7,75	60,00	24,52	40,00	96,78	60,00	40,97	40,00	61,25
615,00	5,40	18,98	20,00	6,48	5,40	17,67	20,00	7,75	61,50	25,14	40,00	96,78	61,50	41,15	40,00	62,17
616,00	5,60	18,99	20,00	6,66	5,60	17,70	20,00	7,92	61,50	25,47	40,00	95,55	61,50	41,18	40,00	61,99
617,00	5,25	18,97	20,00	6,34	5,25	17,65	20,00	7,62	64,00	25,91	40,00	97,71	64,00	41,44	40,00	63,85
618,00	4,55	18,91	20,00	5,76	4,55	17,53	20,00	7,04	72,50	28,05	40,00	100,00	72,50	42,35	40,00	69,69
619,00	4,25	18,89	20,00	5,62	4,25	17,48	20,00	6,79	75,00	28,45	40,00	100,00	75,00	42,59	40,00	71,48
620,00	3,95	18,87	20,00	5,48	3,95	17,43	20,00	6,54	74,00	27,52	40,00	100,00	74,00	42,43	40,00	71,16
621,00	3,65	18,85	20,00	5,34	3,65	17,38	20,00	6,29	77,50	28,26	40,00	100,00	77,50	42,77	40,00	73,56
622,00	3,35	18,82	20,00	5,20	3,35	17,33	20,00	6,04	79,50	28,42	40,00	100,00	79,50	42,94	40,00	75,06
623,00	3,05	18,81	20,00	5,05	3,05	17,29	20,00	5,78	79,00	27,68	40,00	100,00	79,00	42,84	40,00	75,06
624,00	2,75	18,79	20,00	4,91	2,75	17,24	20,00	5,53	80,00	27,47	40,00	100,00	80,00	42,89	40,00	75,96
625,00	2,20	18,75	20,00	4,65	2,20	17,15	20,00	5,07	83,00	27,48	40,00	100,00	83,00	43,11	40,00	78,32
626,00	1,40	18,69	20,00	4,26	1,40	17,03	20,00	4,40	87,00	27,29	40,00	100,00	87,00	43,38	40,00	81,56
627,00	0,60	18,64	20,00	3,87	0,60	16,90	20,00	3,73	90,50	26,89	40,00	100,00	90,50	43,58	40,00	84,53
628,00	0,05	18,60	20,00	3,60	0,05	16,81	20,00	3,27	94,50	27,05	40,00	100,00	94,50	43,85	40,00	87,51
629,00	-0,30	18,57	20,00	3,43	-0,30	16,75	20,00	2,97	98,50	27,47	40,00	100,00	98,50	44,13	40,00	90,11
630,00	-0,70	18,54	20,00	3,23	-0,70	16,69	20,00	2,64	100,00	27,02	40,00	100,00	100,00	44,15	40,00	91,26
631,00	-1,00	18,53	20,00	3,08	-1,00	16,65	20,00	2,38	100,00	26,39	40,00	100,00	100,00	44,08	40,00	91,50
632,00	-1,20	18,51	20,00	2,98	-1,20	16,62	20,00	2,22	100,00	25,98	40,00	100,00	100,00	44,03	40,00	91,66
633,00	-1,25	18,51	20,00	2,95	-1,25	16,61	20,00	2,17	100,00	25,87	40,00	100,00	100,00	44,02	40,00	91,71
634,00	-0,40	18,56	20,00	3,38	-0,40	16,74	20,00	2,89	100,00	27,67	40,00	100,00	100,00	44,23	40,00	91,04
635,00	1,35	18,68	20,00	4,24	1,35	17,01	20,00	4,36	96,00	30,04	40,00	100,00	96,00	44,24	40,00	86,87
636,00	3,10	18,80	20,00	5,08	3,10	17,28	20,00	5,83	88,00	30,96	40,00	100,00	88,00	43,81	40,00	80,38
637,00	4,55	18,90	20,00	5,76	4,55	17,52	20,00	7,05	80,50	31,16	40,00	100,00	80,50	43,29	40,00	74,56
638,00	5,55	18,97	20,00	6,62	5,55	17,68	20,00	7,89	74,50	30,78	40,00	95,86	74,50	42,78	40,00	70,05
639,00	5,95	19,00	20,00	6,99	5,95	17,74	20,00	8,22	71,50	30,32	40,00	93,45	71,50	42,49	40,00	67,87
640,00	5,60	18,98	20,00	6,66	5,60	17,69	20,00	7,93	71,00	29,42	40,00	95,55	71,00	42,36	40,00	67,85
641,00	4,65	18,92	20,00	5,80	4,65	17,54	20,00	7,13	72,00	28,04	40,00	100,00	72,00	42,31	40,00	69,29
642,00	3,85	18,86	20,00	5,43	3,85	17,42	20,00	6,45	73,00	26,96	40,00	100,00	73,00	42,30	40,00	70,66
643,00	3,40	18,84	20,00	5,22	3,40	17,35	20,00	6,07	73,00	26,17	40,00	100,00	73,00	42,24	40,00	71,11
644,00	3,00	18,81	20,00	5,03	3,00	17,29	20,00	5,74	73,50	25,65	40,00	100,00	73,50	42,24	40,00	71,82
645,00	2,55	18,78	20,00	4,82	2,55	17,22	20,00	5,36	75,00	25,40	40,00	100,00	75,00	42,34	40,00	73,21
646,00	2,10	18,75	20,00	4,60	2,10	17,15	20,00	4,98	75,50	24,81	40,00	100,00	75,50	42,34	40,00	74,01
647,00	1,70	18,72	20,00	4,41	1,70	17,09	20,00	4,64	75,50	24,15	40,00	100,00	75,50	42,29	40,00	74,48
648,00	1,30	18,70	20,00	4,21	1,30	17,03	20,00	4,31	76,00	23,66	40,00	100,00	76,00	42,30	40,00	75,25
649,00	0,80	18,66	20,00	3,97	0,80	16,95	20,00	3,88	77,50	23,32	40,00	100,00	77,50	42,39	40,00	76,76
650,00	0,15	18,62	20,00	3,65	0,15	16,84	20,00	3,34	81,00	23,32	40,00	100,00	81,00	42,65	40,00	79,63
651,00	-0,50	18,58	20,00	3,33	-0,50	16,74	20,00	2,79	82,50	22,62	40,00	100,00	82,50	42,70	40,00	81,19
652,00	-0,95	18,55	20,00	3,10	-0,95	16,67	20,00	2,42	86,00	22,76	40,00	100,00	86,00	42,92	40,00	83,60
653,00	-1,30	18,52	20,00	2,93	-1,30	16,61	20,00	2,12	92,00	23,69	40,00	100,00	92,00	43,36	40,00	87,30
654,00	-1,65	18,49	20,00	2,75	-1,65	16,56	20,00	1,83	94,00	23,55	40,00	100,00	94,00	43,45	40,00	88,75
655,00	-1,95	18,47	20,00	2,60	-1,95	16,51	20,00	1,58	94,00	22,99	40,00	100,00	94,00	43,40	40,00	89,06
656,00	-2,20	18,47	20,00	2,57	-2,20	16,47	20,00	1,37	94,00	22,90	40,00	100,00	94,00	43,36	40,00	89,33
657,00	-2,25	18,47	20,00	2,57	-2,25	16,47	20,00	1,32	93,00	22,66	40,00	100,00	93,00	43,28	40,00	88,84
658,00	-2,00	18,48	20,00	2,57	-2,00	16,51	20,00	1,53	90,00	21,92	40,00	100,00	90,00	43,08	40,00	86,92
659,00	-1,70	18,50	20,00	2,72	-1,70	16,55	20,00	1,78	88,50	22,07	40,00	100,00	88,50	43,01	40,00	85,77
660,00	-1,50	18,51	20,00	2,83	-1,50	16,59	20,00	1,95	86,00	21,79	40,00	100,00	86,00	42,84	40,00	84,17
661,00	-1,40	18,52	20,00	2,88	-1,40	16,61	20,00	2,03	81,50	20,81	40,00	100,00	81,50	42,49	40,00	81,56
662,00	-0,45	18,59	20,00	3,35	-0,45	16,76	20,00	2,83	77,50	21,32	40,00	100,00	77,50	42,27	40,00	78,30
663,00	0,90	18,68	20,00	4,02	0,90	16,97	20,00	3,97	74,50	22,57	40,00	100,00	74,50	42,12	40,00	74,89
664,00	1,35	18,71	20,00	4,24	1,35	17,04	20,00	4,34	73,00	22,80	40,00	100,00	73,00	42,01	40,00	73,44
665,00	1,00	18,68	20,00	4,07	1,00	16,98	20,00	4,05	72,50	22,11	40,00	100,00	72,50	41,94	40,00	73,60
666,00	0,40	18,64	20,00	3,77	0,40	16,89	20,00	3,55	76,50	22,40	40,00	100,00	76,50	42,27	40,00	76,71
667,00	-0,05	18,61	20,00	3,55	-0,05	16,81	20,00	3,17	80,00	22,72	40,00	100,00	80,00	42,55	40,00	79,33
668,00	-0,50	18,58	20,00	3,33	-0,50	16,75	20,00	2,79	79,00	21,65	40,00	100,00	79,00	42,39	40,00	79,20
669,00	-0,95	18,56	20,00	3,10	-0,95	16,68	20,00	2,41	77,00	20,37	40,00	100,00	77,00	42,17	40,00	78,55
670,00	-1,40	18,53	20,00	2,88	-1,40	16,62	20,00	2,03	76,00	19,40	40,00	100,00	76,00	42,05	40,00	78,51
671,00	-1,85	18,50	20,00	2,65	-1,85	16,54	20,00	1,65	78,50	19,33	40,00	100,00	78,50	42,21	40,00	80,43
672,00	-2,30	18,48	20,00	2,57	-2,30	16,47	20,00	1,27	83,00	20,21	40,00	100,00	83,00	42,51	40,00	83,45
673,00	-2,65	18,48	20,00	2,57	-2,65	16,41	20,00	0,98	88,50	21,55	40,00	100,00	88,50	42,89	40,00	86,87
674,00	-2,95	18,48	20,00	2,57	-2,95	16,36	20,00	0,73	90,00	21,92	40,00	100,00	90,00	42,96	40,00	88,05
675,00	-3,25	18,48	20,00	2,57	-3,25	16,33	20,00	0,47	85,50	20,82	40,00	100,00	85,50	42,62	40,00	86,05
676,00	-3,50	18,49	20,00	2,57	-3,50	16,29	20,00	0,26	82,00	19,96	40,00	100,00	82,00	42,36	40,00	84,55
677,00	-3,65	18,49	20,00	2,57	-3,65	16,27	20,00	0,13	81,50	19,84	40,00	100,00	81,50	42,31	40,00	84,51
678,00	-3,75	18,49	20,00	2,57	-3,75	16,26	20,00	0,05	80,50	19,59	40,00	100,00	80,50	42,24	40,00	84,14
679,00	-3,85	18,49	20,00	2,57	-3,85	16,24	20,00	-0,04	80,50	19,59	40,00	100,00	80,50	42,24	40,00	84,27
680,00	-3,95	18,49	20,00	2,57	-3,95	16,22	20,00	-0,12	81,50	19,84	40,00	100,00	81,50	42,30	40,00	85,02
681,00	-3,95	18,49	20,00	2,57	-3,95	16,23	20,00	-0,12	79,00	19,23	40,00	100,00	79,00	42,14	40,00	83,72
682,00	-2,90	18,49	20,00	2,57	-2,90	16,39	20,00	0,76	75,50	18,37	40,00	100,00	75,50	41,92	40,00	80,21
683,00	-0,70	18,58	20,00	3,23	-0,70	16,73	20,00	2,61	71,50	19,28	40,00	100,00	71,50	41,73	40,00	75,17
684,00	1,65	18,73	20,00	4,38	1,65	17,09										

702,00	-1,75	18,49	20,00	2,70	-1,75	16,54	20,00	1,74	91,00	22,61	40,00	100,00	91,00	43,20	40,00	87,20
703,00	-2,00	18,47	20,00	2,57	-2,00	16,50	20,00	1,54	96,50	23,52	40,00	100,00	96,50	43,59	40,00	90,48
704,00	-2,15	18,47	20,00	2,57	-2,15	16,47	20,00	1,41	99,00	24,13	40,00	100,00	99,00	43,75	40,00	92,00
705,00	-2,15	18,46	20,00	2,57	-2,15	16,47	20,00	1,41	100,00	24,38	40,00	100,00	100,00	43,83	40,00	92,55
706,00	-1,20	18,52	20,00	2,98	-1,20	16,62	20,00	2,21	97,00	25,19	40,00	100,00	97,00	43,78	40,00	89,99
707,00	0,70	18,65	20,00	3,92	0,70	16,92	20,00	3,81	87,50	26,17	40,00	100,00	87,50	43,32	40,00	82,68
708,00	2,50	18,77	20,00	4,79	2,50	17,21	20,00	5,32	78,00	26,34	40,00	100,00	78,00	42,64	40,00	75,04
709,00	3,85	18,86	20,00	5,43	3,85	17,42	20,00	6,45	74,50	27,52	40,00	100,00	74,50	42,47	40,00	71,56
710,00	4,65	18,92	20,00	5,80	4,65	17,54	20,00	7,13	72,50	28,23	40,00	100,00	72,50	42,37	40,00	69,60
711,00	4,95	18,94	20,00	6,06	4,95	17,59	20,00	7,38	69,00	27,40	40,00	99,60	69,00	42,00	40,00	67,19
712,00	4,55	18,91	20,00	5,76	4,55	17,53	20,00	7,04	69,00	26,69	40,00	100,00	69,00	41,94	40,00	67,56
713,00	3,45	18,84	20,00	5,24	3,45	17,36	20,00	6,12	73,50	26,44	40,00	100,00	73,50	42,30	40,00	71,36
714,00	2,60	18,78	20,00	4,84	2,60	17,22	20,00	5,40	77,00	26,17	40,00	100,00	77,00	42,55	40,00	74,34
715,00	2,20	18,75	20,00	4,65	2,20	17,16	20,00	5,07	80,50	26,64	40,00	100,00	80,50	42,86	40,00	76,85
716,00	1,80	18,72	20,00	4,46	1,80	17,09	20,00	4,73	84,00	27,07	40,00	100,00	84,00	43,15	40,00	79,35
717,00	1,40	18,69	20,00	4,26	1,40	17,03	20,00	4,40	84,50	26,50	40,00	100,00	84,50	43,14	40,00	80,10
718,00	1,00	18,67	20,00	4,07	1,00	16,97	20,00	4,06	86,50	26,41	40,00	100,00	86,50	43,27	40,00	81,73
719,00	0,60	18,64	20,00	3,87	0,60	16,90	20,00	3,73	90,00	26,74	40,00	100,00	90,00	43,53	40,00	84,24
720,00	0,20	18,61	20,00	3,68	0,20	16,84	20,00	3,39	90,00	26,02	40,00	100,00	90,00	43,47	40,00	84,74
721,00	-0,15	18,59	20,00	3,50	-0,15	16,79	20,00	3,09	88,50	24,95	40,00	100,00	88,50	43,28	40,00	84,29
722,00	-0,40	18,57	20,00	3,38	-0,40	16,75	20,00	2,88	90,50	25,02	40,00	100,00	90,50	43,41	40,00	85,64
723,00	-0,60	18,56	20,00	3,28	-0,60	16,72	20,00	2,72	92,00	25,04	40,00	100,00	92,00	43,49	40,00	86,66
724,00	-0,70	18,56	20,00	3,23	-0,70	16,70	20,00	2,63	90,50	24,44	40,00	100,00	90,50	43,34	40,00	85,90
725,00	-0,70	18,56	20,00	3,23	-0,70	16,70	20,00	2,63	89,00	24,03	40,00	100,00	89,00	43,22	40,00	85,05
726,00	-0,70	18,56	20,00	3,23	-0,70	16,70	20,00	2,63	90,00	24,30	40,00	100,00	90,00	43,30	40,00	85,62
727,00	-0,65	18,55	20,00	3,25	-0,65	16,71	20,00	2,67	94,00	25,49	40,00	100,00	94,00	43,65	40,00	87,83
728,00	-0,60	18,55	20,00	3,28	-0,60	16,71	20,00	2,72	96,50	26,28	40,00	100,00	96,50	43,88	40,00	89,20
729,00	-0,45	18,56	20,00	3,35	-0,45	16,73	20,00	2,85	97,50	26,87	40,00	100,00	97,50	44,00	40,00	89,65
730,00	0,75	18,64	20,00	3,95	0,75	16,92	20,00	3,86	94,50	28,38	40,00	100,00	94,50	43,98	40,00	86,67
731,00	2,75	18,78	20,00	4,91	2,75	17,23	20,00	5,54	86,00	29,55	40,00	100,00	86,00	43,52	40,00	79,53
732,00	4,55	18,91	20,00	5,76	4,55	17,52	20,00	7,04	75,50	29,22	40,00	100,00	75,50	42,71	40,00	71,51
733,00	5,40	18,97	20,00	6,48	5,40	17,66	20,00	7,76	70,00	28,63	40,00	96,78	70,00	42,20	40,00	67,40
734,00	5,40	18,97	20,00	6,48	5,40	17,66	20,00	7,76	70,50	28,84	40,00	96,78	70,50	42,26	40,00	67,71
735,00	5,40	18,97	20,00	6,48	5,40	17,66	20,00	7,76	70,00	28,63	40,00	96,78	70,00	42,20	40,00	67,40
736,00	5,40	18,97	20,00	6,48	5,40	17,66	20,00	7,76	69,50	28,42	40,00	96,78	69,50	42,14	40,00	67,09
737,00	5,60	18,98	20,00	6,66	5,60	17,69	20,00	7,92	68,00	28,17	40,00	95,55	68,00	41,98	40,00	66,00
738,00	5,70	18,99	20,00	6,76	5,70	17,71	20,00	8,00	65,50	27,31	40,00	94,95	65,50	41,69	40,00	64,37
739,00	5,50	18,98	20,00	6,57	5,50	17,68	20,00	7,84	65,00	26,75	40,00	96,16	65,00	41,60	40,00	64,24
740,00	5,30	18,97	20,00	6,39	5,30	17,65	20,00	7,67	63,50	25,79	40,00	97,40	63,50	41,39	40,00	63,49
741,00	5,15	18,96	20,00	6,25	5,15	17,63	20,00	7,54	61,50	24,73	40,00	98,34	61,50	41,13	40,00	62,40
742,00	5,00	18,95	20,00	6,11	5,00	17,61	20,00	7,41	62,00	24,68	40,00	99,28	62,00	41,17	40,00	62,85
743,00	4,80	18,94	20,00	5,87	4,80	17,58	20,00	7,25	64,00	25,15	40,00	100,00	64,00	41,39	40,00	64,27
744,00	4,60	18,92	20,00	5,78	4,60	17,54	20,00	7,08	67,00	25,99	40,00	100,00	67,00	41,72	40,00	66,29

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Tomas Mändmets (sünnikuupäev: 07.08.1989),

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „TRNSYS TYPE667 ÕHK-ÕHK TÜÜPI VENTILATSIOONI SOOJUSVAHETI TOIMIVUS EESTI KLIIMAS“,

mille juhendaja on Tõnu Mäuring, PhD,

- 1.1.reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
- 1.2.üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, 20.05.2013